ARCHIVES

DE

ZOOLOGIE EXPÉRIMENTALE

ET GÉNÉRALE

ARCHIVES

DE

ZOOLOGIE EXPÉRIMENTALE

ET GÉNÉRALE

HISTOIRE NATURELLE — MORPHOLOGIE — HISTOLOGIE
ÉVOLUTION DES ANIMAUX

FONDÉES PAR

HENRI de LACAZE-DUTHIERS

PUBLIÉES SOUS LA DIRECTION DE

G. PRUVOT
CHARGÉ DE COURS A LA SORBONNE
DIRECTEUR DU LABORATOIRE ARAGO

ET

E.-G. RACOVITZA
DOCTEUR ÈS-SCIENCES
SOUS-DIRECTEUR DU LABORATOIRE ARAGO

QUATRIÈME SÉRIE

TOME TROISIÈME

PARIS
LIBRAIRIE C. REINWALD
SCHLEICHER FRÈRES & CIE, ÉDITEURS
15, RUE DES SAINTS-PÈRES, 15

1905

TABLE DES MATIÈRES

du tome troisième de la quatrieme série

(675 pages, XIV planches, 62 figures)

Notes et Revue

(9 numéros, CCXXXVIII pages, 38 figures)

Voir la Table spéciale des matières à la page CXCV

Fascicule 1

(Paru le 15 Fevrier 1905)

Fascicule 2

(Paru le 20 Juin 1905)

Fascicule 3

(Paru le 5 Juillet 1905)

Fascicule 4

(Paru le 1er Novembre 1905)

Versailles. Société anonyme des Imprimeries Gérardin.

ARCHIVES

DE

ZOOLOGIE EXPÉRIMENTALE ET GÉNÉRALE

FONDÉES PAR

H. DE LACAZE-DUTHIERS

PUBLIÉES SOUS LA DIRECTION DE

G. PRUVOT
Chargé de Cours à la Sorbonne
Directeur du Laboratoire Arago

ET

E. G. RACOVITZA
Docteur ès sciences
Sous-Directeur du Laboratoire Arago

4e Série, T. III. NOTES ET REVUE 1904. N° 1

I

MITTEILUNGEN UEBER EINIGE VON DER SCHWEDISCHEN ANTARTIC-EXPEDITION 1901-1903 EINGESAMMELTE HYDROIDEN

von

Dr Elof Jaderholm

Die ungemein reichhaltigen Sammlungen von Hydroiden, welche während der schwedischen Antarctic-Expedition 1901-1903 von Dr A. Ohlin und Dr K. A. Andersson eingesammelt wurden, sind mir zur Bearbeitung überlassen worden. Ein ausführlicher und von Tafeln illustrierter Bericht über die Ergebnisse dieser Untersuchung wird demnächst in der Veröffentlichung der wissenschaftlichen Resultate jener Ergebnisse erscheinen. Dieser Aufsatz ist mithin nur als vorläufige Mitteilung zu betrachten, mit zwar kurzen, hoffentlich aber völlig genügenden Diagnosen der während der Expedition gesammelten neuen Arten.

Myriothela austro-georgiæ n. sp.

Gross, bis 30 Cm. lang, 1-1.5 Cm. dick, drehrund, am breitesten im proximalen gonophortragenden Teile, von dort an den meisten Exemplaren gegen die Spitze verjüngt. Mundöffnung ziemlich eng. Der proximale Teil unterhalb der Gonophorensammlung nur bei 3 Exemplaren geblieben. Diese Partie ist schmäler als der oberhalb derselben gelegene Teil und kann eine Länge von etwa 2 Cm. erreichen; sie ist mit 3-4 Mm. langen Fortsätzen versehen, welche tentakelförmige Fäden tragen. Tentakeln klein, keulenförmig, ohne irgendwelche Ordnung über den ganzen Hydranth verstreut, demnach auch zwischen der Blastostylen. Letztere kommen nur im proximalen Teil des Hydranthen vor und zwar in grosser Anzahl dicht neben einander. Sie tragen an der Spitze einen einzigen, kräftigen, langgestreckten Tentakel oder auch wenige kleinere und schwächer entwickelte. Die auf getrennten Individuen vorkommenden weiblichen und männlichen Gonophoren sind kugelig. Die weiblichen Gonophoren werden etwas grösser, nämlich 1,8-2 Mm. im Durchmesser. Auf den weiblichen Blastostylen sitzen in der Regel 1-3, bisweilen sogar bis 6 Gonophoren. Auf den weiblichen sind sie zahlreicher und es können sich bis 10 Stück vorfinden. Die Art ist, wenn lebendig, rotgelb gefärbt.

Durch die Vorkommnis von Tentakeln überall auf dem Hydranth, auch zwischen den Blastostylen, unterscheidet sich diese Art ganz entschieden von den bisher nur aus der nördlichen Hemisphäre bekannten Arten.

Fundort : Südgeorgien, vor Cumberland, 252-310 M., 5 6 1902.

Eudendrium cyathiferum n. sp.

Die Hydrorhiza scheibenförmig ausgebreitet. Stamm aufrecht, steif, von festem Bau, 12-15 Cm. lang, im proximalen Teil zusammengesetzt, trotzdem aber ziemlich schmal, gegen die Spitze hin einfach. Im distalen Teil ist der Stamm rotbraun, gegen die Basis schwarz. Ringelung kommt an gewissen Partien des Stammes vor, und besonders findet man sie dort mehr oder weniger stark ausgebildet, wo Zweige entspringen. Die nicht zusammengesetzten Zweige sind unter einander ungefähr gleich gross, allseitig abstehend und längs dem Stamme spiralförmig geordnet. Färbung der Zweige dunkelbraun. Diese entsenden mehrere kurze

Seitenzweige, welche Hydranthen oder Gonophoren tragen. Die Ringelung der Zweige ist mehr oder weniger ausgeprägt. Am stärksten scheint sie an deren Basis zu sein. Hydranten verhältnismässig klein, mit 20-24 Tentakeln. Auf den eingesammelten Exemplaren finden sich nur weibliche Gonophoren und zwar sitzen sie längs einzelnen fertilen Zweigen verstreut, entweder gegenüberstehend oder alternierend. Die die Gonophoren tragenden Stiele weisen ein eigentümliches Verhältnis dar, indem sie nämlich an der Spitze stark seitlich ausgebreitet sind, so dass die Gonophoren gleichsam in einer Schale liegen. Wenn die Gonophoren ihren Inhalt geleert haben und die Wand, welche dünn ist, schliesslich abfällt, bleiben hingegen auf den fertilen Zweigen die schalenförmigen Stiele, welche ein sehr kräftig entwickeltes Perisark haben, lange sitzen.

Die Art ist an ihrer regelmässigen spiralförmigen Verästelung und an den charakteristischen Gonophorenstielen leicht zu erkennen.

Fundort : Südgeorgien, vor Cumberland, 252-310 M. 5/6 1902.

Halecium secundum n. sp.

Niedrig, 2,5 Cm. hoch. Stamm und Zweige starr, ziemlich dick, ersterer zusammengesetzt, letztere einfach. Die Kolonien reichlich und unregelmässig nach verschiedenen Richtungen hin verzweigt. Die Internodien sind kurz und gegen das distale Ende, wo jedes Internodium eine Hydrotheka trägt, rasch an Mächtigkeit zunehmend. Die Hydrotheken sind sehr niedrig, sessil, mit nicht ausgebogenem Rande und erinnern demnach an diejenigen bei *H. articulosum* Clarke und *H. mutilum* Allm. Die Hydrotheken verraten entschiedenes Streben nach einseitiger Anordnung, besonders im distalen Teil der Zweige, und die Hydrothekareihen bilden deshalb gewöhnlich einen rechten Winkel gegen einander. An den Zweigenden beträgt dieser gewöhnlich etwa 90° oder gar Weniger als 90°. Die Hydranthen zeichnen sich durch ihre Grösse aus und sind oval bis fast kugelig. Die männlichen Gonotheken sind langgestreckt, zylindrisch, auf sehr kurzen Stielen sitzend. Im distalen Teile sind sie schwach gebogen und mit einer breiten aber seichten Furche versehen. Im proximalen haben sie hingegen einen dünnen und hohen, sehr scharf abgesetzten Kiel. Weibliche Gonotheken unbekannt.

Durch die mehr oder weniger einseitige Anordnung der Hydro-

theken, vor allem aber durch die eigentümlich entwickelten männlichen Gonotheken ist diese Art von den übrigen *Halecium*-Arten ganz verschieden.

Fundort : Ludwig-Philips Land, Seymour-Insel am Kap Seymour, 150 M., 16 I 1902. Die Art findet sich auf Spongien und Kalkbryozoen.

Halecium pallens n. sp.

Schwach gelbbraun, nahezu weisslich. Stamm dick, aufrecht, sehr zusammengesetzt. Von ihm entspringen kräftige, gleichfalls zusammengesetzte Aeste, welche mit einander alternieren und in einer Ebene gelegen sind. Nur die äussersten Zweigenden sind einfach. Hydrotheken ziemlich langgestielt. Durch wiederholte Entwicklung entsteht eine Uebereinanderschichtung von Hydrotheken, und zwar von 2-3 bei den jüngeren, 4-5 bei den älteren. Hydrothekenstiele mit geraden Wänden. Nur an dem die zweite Hydrotheka tragenden Stiele findet man mitunter 1-2 ringförmige Einschnürungen. Die Hydrotheken haben den Rand ausgebogen, bisweilen sogar schwach zurückgerollt. Die weiblichen Gonotheken zeichnen sich durch sehr dünne, hyaline, durchsichtige Wände aus. Ihre Form ist umgekehrt eirund, flachgedrückt, etwa doppelt so lang wie breit ; sie sind mit einem äusseren sphärischen Marsupium umgeben. Männliche Gonotheken nicht beobachtet.

Diese Art ist nach Obigem mit der im Karischen Meere Gefundenen *Halecium marsupiale* Bergh sehr nahe verwandt. Von ihr weicht sie durch ihre Gonotheken, welche etwa doppelt so lang wie breit und mindestens doppelt grösser als die Marsupien sind, und durch ihre geraden Hydrothekenstiele ab.

Fundort : Südgeorgien, vor Cumberland, 252-310 M., 5 6 1902.

Lafoëina longitheca n. sp.

Von einer auf der Unterlage verbreiteten verästelten Hydrorhiza entspringen aufrechte, sehr lange und schmale, röhrenförmige, gerade bis schwach gekrümmte Hydrotheken. Gegen die Basis sind sie schwach verjüngt und dort gewöhnlich mit wenigen ringförmigen Einschnürungen versehen. Wenigstens in den meisten Fällen dürfte man indes kaum von einem eigentlichen Stiele reden. Mündungsrand der Hydrotheken stark ausgebogen. Länge der Hydrotheken sehr schwankend, im allgemeinen 1,3-1,7 Mm. Bisweilen

sind sie jedoch bedeutend kürzer, eine Länge von nur 0,7 Mm. erreichend. An der Mündung haben sie einen Operkularapparat von 10-12 Klappen. Die auf der Hydrorhiza reichlich vorhandenen Nesselorgane sind nach demselben Typus gebaut wie bei *Lafoëina tenuis* M. Sars. Sie sind tentakelförmig, schmal, an der Spitze etwas dicker, vielfach kürzer als die langen röhrenförmigen Hydrotheken und haben am distalen Ende eine Minderzahl grosser langgestreckter Nesselzellen, von denen jede einen langen, an der Basis mit Widerhaken versehenen Nesselfaden enthält.

L. longitheca ist mit der aus Norwegen, Island und Grönland bekannten *L. tenuis* M. Sars zunächst verwandt und weicht von ihr besonders durch ihre schmalen und langen röhrenförmigen Hydrotheken, welche den Mündungsrand stark ausgebogen haben, und durch die den Hydrotheken gegenüber sehr kurzen Nesselorgane ab. Die Art kommt auf anderen Hydroiden, nämlich *Sertularella flexilis* Hartl. und *Lafoëa gracillima* Alder vor.

Fundort : Südgeorgien : vor der Mündung des Moränfjords, 64-74 M., 16/5 1902 ; im Fjord östlich von Possession Bay 250 M., 6/5 1902 ; Cumberland Bay, 75 M., 14/5 1902.

Campanularia subrufa n. sp.

Stamm aufrecht, stark zusammengesetzt und unregelmässig nach verschiedenen Richtungen hin verästelt, bei den grössten Exemplaren bis 18 Cm. hoch und unten bis 7 Mm. dick werdend. Die meisten Exemplare jedoch nicht unbeträchtlich kleiner. Die ebenfalls zusammengesetzten Hauptäste verzweigen sich wiederum in schmälere, die Hydrotheken tragende Zweige. Die Gliederung der monosiphonen Hydrothekentragenden Zweige deutlich. Im distalen Teile hat jedes Glied einen kurzen Fortsatz, der eine mit einem kurzen, aus nur einem niedrigen Gliede bestehenden Stielchen auf dem Fortsatze aufsitzende grosse Hydrotheka trägt. Mitunter ist indes die Internodiengrenze zwischen 2 Hydrotheken geschwunden, so dass das Internodium solchenfalls 2 Hydrotheken trägt. Die Hydrotheken treten auf zwei einander entgegengesetzten Seiten des Astes auf, bilden also zwei längs desselben verlaufende Hydrothekenreihen, welche in derselben Ebene liegen. Die Hydrotheken sind gross, glockenförmig, 0,92-1 Mm. lang mit grosser, völlig ganzrandiger Mündung, deren Rand mehr oder weniger ausgebogen, ja bisweilen sogar schwach zurückgerollt ist.

Wie bei *C. rufa* Bale und *C. thyroscyphiformis* Markt. ist die epicauline Hydrothekenseite stärker ausgebuchtet. Keine ringförmige Werdickung des Hydrothekenrandes wie bei *C. tyroscyphiformis* vorhanden. Diaphragma fehlt. Weibliche Gonotheken vorhanden. Diese sind gross. 2,2-2,5 Mm. lang mit schmaler, gespitzter Basis und werden allmählich breiter gegen die Spitze, wo sie breit abgestutzt sind. Die Gonothekenwand ist scharfeckig geringelt mit unter einander nahezu parallelen Ringelungen.

Wie ich vorhin betont habe, erinnert *C. subrufa* durch die ziemlich stark ausgebucheten epicaulinen Hydrothekenseiten an *C. rufa* und *C. thyroscyphiformis*. Durch die Ermangelung des Diaphragmas und verdickte Mündungsleiste, durch die grossen, glockenförmigen, nicht zylindrischen Hydrotheken, deren Mündungsränder ausgebogen sind und durch ihre erhebliche Grösse ist die oben besprochene Art leicht erkennbar.

Fundort : Ludwig Philips Land : Seymour-Insel am Kap Seymour, 150 M., 16 I 1902 ; südlich von Snow Hill, 125 M., 20 I 1902. Shag Rocks ostwärts von Südgeorgien, 160 M., 19 4 1902. Unmittelbar nördlich von Joinville Land. 104 M., 21 12 1902.

Campanularia pedunculata n. sp.

Von einer kriechenden, verästelten Hydrorhiza entspringen aufrechte, unverzweigte Hydrothekenstiele sehr wechselnder Länge und Aussehens. Die Länge schwankt nämlich zwischen 1,5 und 8 Mm. Sie können ferner aller Einschnürungen entbehren, was besonders bei den langen der Fall, oder auch teilweise oder schliesslich ganz und gar geringelt sein. Jeder einzelne hat an der Spitze eine kurze und breite, glockenförmige, aufrechte Hydrotheka. Diese ist völlig *Campanulariaförmig*, durchaus regelmässig mit dünnen unverdickten Wänden und ganzrandigem, nicht ausgebogenem Mündungsrande. Im distalen Teil findet sich ein gut entwickeltes Diaphragma. Unter jeder Hydrotheka befindet sich immer eine kugelförmige Abschnürung. Die Hydranthen sind verhältnismässig gross, können sich aber ganz und gar in die Mündung der Hydrotheka zurückziehen.

Die Gonotheken, und zwar wurden nur die männlichen beobachtet ähneln nicht den in der Gattung *Campanularia* vorkommenden sondern erinnern umsomehr den Gonotheken der *Hypanthea*-Arten. Sie sitzen nämlich sehr dichtgedrängt, öfters so dicht, dass

sie einander berühren, und sind schmal, spulenförmig und seitlich zusammengedrückt. Im distalen Ende findet sich eine enge Mündung. Jede Gonotheka sitzt auf einem ziemlich langen, seiner ganzen Länge nach geringelten Stiele.

In sterilem Zustande dürfte die fragliche Art besonders schwierig zu bestimmen sein, um so leichter ist sie aber zu erkennen, wenn die der Art so besonders charakteristischen, *Hypanthea*-ähnlichen Gonotheken vorhanden sind. In Bezug auf deren Beschaffenheit kann man behaupten, *C. pedunculata* bilde einen deutlichen Uebergang zur Gattung *Hypanthea*.

Eine in systematischer Beziehung bemerkenswerte Art.

Fundort : Süd Shetlands-Inseln, Nelson-Insel auf vom Meere aufgewühlten Fucoideen wachsend.

Obelia austro-georgiæ n. sp.

Klein, etwa 1,5 Cm. hoch. Stamm aufrecht, einfach, eine Minderzahl langgestreckter Zweige entsendend, die die Hydrotheken tragen. Diese sitzen an den Zweigen auf kurzen, gewöhnlich ihrer ganzen Länge nach, immer aber wenigstens im distalen Teile geringelten Stielen. Die Hydrotheken sind schmal, 0,9-1 Mm. lang, an der Mündung 0,4-0,56 Mm. breit und gegen die Basis verjüngt. Am Mündungsrande sitzen etwa 12 grosse, breite Zähne, deren jeder einzelne durch eine Einkerbung in zwei kleinere, an der Spitze abgerundete Zähnchen geteilt wird. Die Hydrotheken sind im distalen Teil gerillt, indem ein feiner Streifen von jeder Seite jedes einzelnen Doppelzahns ausgeht. Ein gut entwickeltes, nicht selten schräge gestelltes Diaphragma ist vorhanden.

In Bezug auf die Beschaffenheit der Zähne erinnert diese Art an die aus dem Mergui-Archipelag bekannte *Obelia bifurca* Hincks. Letztere hat jedoch bedeutend längere Hydrotheken mit doppelt so grossen, dichter sitzenden Zähnen und nicht gerillter Hydrotheka. Auch *Obelia bidentata* Clarke (syn. *O. bicuspidata* Clarke) und *Campanularia* (?) *spinulosa* Bale haben zweiteilige Zähne, diese sind aber schmal mit feinen, pfriemenförmigen Spitzen.

Fundort : Südgeorgien, Cumberland Bay, die Uferregion. 23/4 1902.

Thyroscyphus repens n. sp.

Von einer kriechenden Hydrorhiza gehen 1-1,5 Cm. hohe, einfache, aufrechte Stämme aus. Die Stämme gewöhnlich unver-

zweigt, bisweilen mit 1-3 Zweigen versehen. Das Perisark ist dick. Die Internodiengrenzen sind bald deutlich, wo jedes Internodium eine Hydrotheka trägt, bald sind sie undeutlich oder fehlen ganz. Die Hydrotheken sitzen auf einem aus 1-3 Ringelungen bestehenden kurzen Stiele auf, der einem kurzen Fortsatz des Stammes entspringt. Die Hydrotheken sind klein, 0,45-0,50 Mm. lang, zylindrisch, dünnwandig und am proximalen Ende sackförmig ausgebuchtet wie bei den meisten Thyroscyphus-Arten. Am Mündungsrande befinden sich 4 Zähne, von denen 2 gegenüberstehende lang, schmal und spitz sind, die beiden anderen beträchtlich kürzer und breiter. Ein Opercularapparat von 4 zarthäutigen Klappen ist vorhanden. Eine den Hydrothekenrand entlang laufende hellere Marginalleiste fehlt hingegen. In letzterer Beziehung ähnelt diese Art demnach der *T. Torresii* Busk, von welcher sie jedoch durch ihren verschiedenen Wuchs, ihre geringe Grösse und die kleinen Hydrotheken abweicht. Ausserdem wird T. repens anderen bekannten Arten gegenüber durch ihre abweichend entwickelten Hydrotheken-zähne gekennzeichnet, von denen zwei gegenüberstehende bedeutend länger und schmäler sind, als die beiden anderen. Gonotheken fehlen.

Fundort : Tierra del Fuego, Mündung des Beaglekanals südwärts von Slogget Bay, 100 M., 15/9 1902. Die Art findet sich auf Kalkbryozoen.

Sertularella pulchella n. sp.

Die Hydrorhiza kriechend und stark verästelt. Von ihr entspringen zahlreiche, dicht sitzende, schmale und unverästelte Stämme von der Länge von 4-7 Mm., welche durch tiefe Einschnürungen in kurze, scharf gegen einander begrenzte Internodien geteilt sind. Die Hydrotheken sitzen dicht zusammen und sind ziemlich langgestreckt, völlig ungeringelt, etwa von der Länge der Internodien, stark ausgebogen und in der Hälfte oder gar zu 2/3 ihrer Länge von den Internodien frei. Sie sind immer ausgeprägt einseitig geordnet, insbesondere gegen die Spitze des Stammes, wo die Ebene der Hydrothekenreihen stets spitzwinklig gegen einander gestellt sind. An der Hydrothekenmündung finden sich 3 gut entwickelte Zähne und innerhalb des Mündungsrandes 3 kräftige innere Kelchzähne. Gonotheken völlig glatt ohne Spur von Ringelungen, an der Spitze breit abgestutzt und dort mit einem ziemlich

langen, von einer breiteren Basis verjüngten Mündungsrohr versehen. Die Gonotheken entspringen dem Stamme unfern dessen proximalen Ende vermittels eines kurzen aber Schmalen Stieles.

Eine sehr kleine, aber äusserst charakteristische Art der *Johnstoni*-gruppe. Sie dürfte am nächsten verwandt sein mit *S. unilateralis* (Lamx.), von der sie durch die langgestreckten, dichtgedrängten Hydrotheken, welche ebenso lang sind wie die Internodien, und durch die an der Spitze breit abgestutzte Gonotheka abweicht. Im übrigen ist *S. pulchella* aber von den übrigen der *Johnstoni*-gruppe angehörenden Arten durch die konstante Vorkommnis dreier kräftig entwickelter innerer Kelchzähne leicht zu unterscheiden.

Fundort : Falklandsinseln, Port William, 40 M., 4/7 1902.

Sertularella glacialis *n. sp.*

Die Kolonien bis 4 Mm. hoch, stark und unregelmässig verästelt und reichlich mit aneinanderhängenden stolonbildenden Aesten versehen, wie es bei *S. subdichotoma* Krp. der Fall ist. Internodien ziemlich langgestreckt und im allgemeinen deutlich begrenzt, jedes Internodium eine Hydrotheka tragend. Die Hydrotheken sind langgestreckt, ungeringelt, in ihrer halben oder mehr als der halben Länge vom Internodium frei, mehr oder weniger, öfters sogar stark, ausgebogen, in 2 Reihen geordnet, die bald in einer, bald in 2 stumpfwinklig gegen einander gestellten Ebenen liegen. Die älteren Hydrotheken sind immer durch wiederholte Entwicklung recht beträchtlich verlängert. Am Mündungsrande sitzen 3 Zähne, Kelchzähne fehlen aber. Die Gonotheken sind ziemlich langgestreckt, oval, in der Gestaltung denen bei *S. modesta* Hartl. ähnelnd und wie bei dieser Art mit sehr schwachen Ringelungen oder mit nur Andeutungen solcher versehen. Das Mündungsrohr gross und breit mit trompetenförmig erweiterter Oeffnung.

Gehört der Johnstonigruppe an und nähert sich in Bezug auf Aussehen und Ringelung der Gonotheken der *S. modesta* Hartl. Von ihr unterscheidet sich die hier besprochene Art jedoch durch den ganz verschiedenen Wuchs, grössere Länge der Internodien, lange und breite Mündungsrohre der Gonotheken mit weiter, trompetenförmiger Oeffnung u. s. w. Was das Aussehen betrifft, gleicht *S. glacialis* recht sehr einer stark verästelten schlanken Form der *S. dichotoma* Krp., hat aber trotz ihrer Gracilität ziemlich starre

Zweige. Färbung der im Alkohol aufbewahrten Exemplare braun-dunkelbraun.

Fundort : Ludwig Philips Land, Seymour-Insel am Kap Seymour, 150 M., 16 I 1902.

Sertularella elongata n. sp.

Das grösste, übrigens der Spitze und der Basis entbehrende, Exemplar war 18 Cm. lang. Die Kolonien bräunlich mit langen und sehr schmalen, monosiphonen Stämmen. Die Grenzen der Stammesinternodien deutlich. Die Internodien ungemein lang, im allgemeinen 6-7 Mm. ; die untersten jedoch etwas kürzer. Die Verzweigung ist äusserst regelmässig und kennzeichnend. Jedem Nodus entspringen nämlich 2 Zweige nach derselben Richtung, und die verschiedenen Zweigpaare sind längs dem Stamme spiralich geordnet. Die Haupt-Zweige sind mit alternirenden Nebenzweigen versehen. Nicht selten schliessen die Zweige mit an der Spitze dickeren, geringelten Stolonbildungen ab. Anastomosen kommen aber nicht vor. Die Zweiginternodien sind lang, je eine ungeringelte, langgestreckte, fast zylindrische, gerade bis schwach gekrümmte Hydrotheka tragend, die in etwa ihrer halben Länge frei ist. Am Hydrothekenrande sitzen 3 Zähne ; innere Kelchzähne nicht vorhanden. Gonotheken nicht beobachtet.

Gehört wahrscheinlich der *Johnstoni*-gruppe an. An ihren ungewöhnlich langen Stammesinternodien, ihrer regelmässigen, charakterischen Verzweigung und ihren langen, fast zylindrischen Hydrotheken leicht zu erkennen.

Fundorte : Südgeorgien : Cumberland Bay, 75 M., 14 5 1902 ; Moränfjord, 125 M. 26 5 1902 ; Sindfjord, 195-210 M., 29 5 1902 ; vor Cumberland, 252-310 M., 5 6 1902.

Selaginopsis pachyclada n. sp.

Das Exemplar, dessen unterster Teil fehlt, 9 Cm. hoch. Hauptstamm dick, drehrund, aufrecht, gerade nicht im Ziekzack gebogen, überall mit Hydrotheken versehen. Die gleichfals drehrunden, zylindrischen und sehr dicken Zweige betragen 1,5-2 Mm. im Querschnitt. Sie entspringen dem Stamm ordnungslos, sitzen ziemlich zerstreut und nach allen Seiten hin gerichtet. Entweder ermangeln sie der Seitenzweige gänzlich, oder aber haben sie eine Minderzahl unregelmässig geordneter. Die Hydrotheken sind ganz

im Stamme eingesenkt und die in 8-10 Längsreihen geordneten Zweige der Form nach eirund, gegen das stets stark ausgebogene distale Ende verjüngt. Dadurch wird die Hydrothekenmündung der Längachse des Zweiges parallel oder nahezu parallel. Hydrothekenrand rund, zahnlos. Gonotheken ungestielt, birnförmig, am distalen Ende gewöhnlich schwarch geringelt und dort mit einer kurzen, abgestumpften Spitze abschliessend. Sie sitzen auf der Oberseite der Zweige in Reihen geordnet.

Wie bei *S. decemserialis* bis 10 Längsreihen Hydrotheken, von dieser weicht unsere Art aber durch eine ganz andere Verästelung und durch die verschiedene Beschaffenheit der Gonotheken ab.

Fundort : Ludwig Philips Land, Kap Seymour, 150 M., 16 I 1902.

Selaginopsis affinis n. sp.

Die Kolonie 9 Cm. hoch, aufrecht. Stamm schwach im Zickzack gebogen mit ziemlich zerstreuten, alternierenden Zweigen, welche von zwei einander entgegengesetzten Seiten des Stammes ausgehen und gewöhnlich mehr oder minder ausgeprägt dichotomisch geteilt sind. Sowohl Haupt-als Seitenzweige liegen alle in einer Ebene. Zweige ziemlich dick, etwa 1 Mm. in Querschnitt. Hydrotheken im Stamme und den Zweigen eingesenkt und ringsum in 6 deutliche Längsreihen geordnet, Ihre Form fast zylindrisch, ähnlich denen bei *S. cylindrica* (Clarke), obgleich nicht so stark gegen das distale Ende verjüngt. Dieses ist ausgebogen mit runder, schräge emporgerichteter, völlig zahnloser Mündung. Gonotheken nicht beobachtet.

In Bezug auf die Hydrotheken erinnert diese Art an *S. cylindrica* (Clarke). Betreffs der dichotomisch verästelten, in einer Ebene gelegenen Zweige ähnelt sie sehr einer neulich von mir aufgerstellten Art von den an der chilenischen Küste gelegenen Guaitecas-Inseln, nämlich *S. dichotoma*, deren Beschreibung demnächst erscheint.

Fundort : Südgeorgien, Cumberland Bay, 75 M., 14/5 1902.

Schizotrichia Anderssoni n. sp.

Die gefundenen Exemplare waren 10-12 Cm. lang. Stamm stark zusammengesetzt, einfach oder mit ein paar groben, ebenfalls zusammengesetzten Zweigen. Diese tragen nebst dem Stamm

die mit einander alternirenden, zweiseitig geordneten Hydrocladien, welche deutlich gegliedert sind. Bereits vom zweiten Gliede teilen sie sich in zwei Aeste, von denen bei älteren Hydrocladien öfters der eine oder beide sich wiederum verzweigen, so dass jede der jüngeren Hydrocladien demnach 2, die älteren 3-4 Zweige tragen. Nur in ein paar Fällen habe ich eine grössere Zahl beobachtet. Alle Internodien gleichen einander und tragen je eine Hydrotheka. Diese ist langgestreckt, etwa doppelt so tief wie weit, ihrer ganzen Länge nach mit dem Hydrocladium verwachsen. Von der vordersten Partie des Hydrothekenrandes senkt sich der Rand allmählich nach hinten, wie es bei *S. dichotoma* Nutt. der Fall ist. Zwei laterale, emporgerichtete, trompetenförmige Nematotheken sind vorhanden, jederseits der Hydrothekenmündung eine. Jedes Internodium trägt ausserdem 2-4 solche Nematotheken unterhalb der Hydrotheka. Diese Nematotheken sitzen bald geradlinig unter einander, bald sind sie die Vorderseite des Gliedes entlang im Ziekzack angeordnet. Die Gonotheken, wovon nur eine Minderzahl gefunden, sitzen der Basis der Hydrotheken auf und sind oval, mit dem distalen Ende mehr abgerundet und dort mit einer schräge gestellten Oeffnung versehen. Am proximalen Ende haben die Gonotheken zwei Nematotheken.

Auf Grund der Beschaffenheit der Hydrotheken dürfte diese Art mit *S. dichotoma* Nutt. verwandt sein, von der sie sich durch die Vorkommnis nur je einer Hydrotheka auf jedem Internodium, durch 2-4 mediane Nematotheken, durch emporgerichtete laterale Nematotheken und durch die Beschaffenheit der Gonotheken unterscheidet.

Fundorte : Südgeorgien, Cumberland Bay, 75 M., 14 5 1902 ; vor Cumberland, 252-310 M., 5 6 1902.

Schizotrichia antarctica n. sp.

Stämme aufrecht, einfach, bis etwa 5 Cm. hoch, unverzweigt oder in 2 Aeste geteilt. Die Stämme entspringen vereinzelt einer kriechenden Hydrorhiza. Gliederung des Stammes vorhanden. Am einen Exemplar ist sie regelmässig, und jedes Glied trägt 2 Hydrocladien. Am anderen ist die Gliederung jedoch ziemlich unregelmässig. Die Hydrocladien entspringen von kurzen Fortsätzen des Stammes und alternieren. Unfern der Basis spaltet sich das Hydrocladium in 2 Zweige, deren einer bisweilen nochmals gegabelt sein

kann, so dass die Hydrocladien 2-3 Zweige tragen. Die an der Spitze befindlichen sind jedoch Gewöhnlich unverzweigt. Die Hydrocladienglieder sind langgestreckt, unter einander gleichförmig, jedes je eine Hydrotheka tragend. Die Hydrotheken fast zylindrisch, etwa doppelt so tief wie weit, mit dem Hinterteile der Hydrothekenmündung frei. Laterale Nematotheken fehlen. Unterhalb jeder Hydrotheka befindet sich eine einzige winzige, auf einem wulstförmigen Fortsatz aufsitzende mediane Nematotheka, welche einfächerig, kurz und schalenförmig, mithin von derselben Beschaffenheit wie bei *P. pinnata* (L) und *P. similis* Hincks ist.

Gonotheken fehlen.

Von übrigen Arten dieser Gattung unterscheidet obige sich leicht durch das Fehlen lateraler Nematotheken und die Beschaffenheit der medianen Nematotheka.

Fundorte : Ludwig Philips Land, Kap Seymour, 150 M., 16/1 1902 ; Erebus-und Terrorgolf, 360 M., 11/2 1902.

Plumularia curvata n. sp.

Die Kolonien werden 1-3 Cm. hoch. Stamm aufrecht, einfach, deutlich gegliedert, jedes Glied ein Hydrocladium tragend. Hydrocladium sehr kurz, mehr oder weniger stark bogenförmig gekrümmt, nur 1-2 Mm. lang, ausgeprägt gegliedert. Am proximalen Ende haben sie ein kurzes Glied. Die nachfolgenden Glieder sind beträchtlich grösser, 2-4 an der Zahl, einander gleich, jedes je eine Hydrotheka tragend. Die Glieder nehmen nach oben an Mächtigkeit zu und tragen unfern des distalen Endes die verhältnismässig grosse und weite Hydrotheka, deren Höhe 0,11-0,13 Mm. und Mündungsweite 0,17-0,21 Mm. beträgt. Der Hydrothekenrand ist gar nicht oder wenig ausgebogen. Hydranthen sehr gross, an der Mitte stark eingeschnürt. Nur wenige waren dermassen zusammengezogen, dass sie eben gerade in der Hydrotheka Raum hatten. Die oberhalb der Hydrothekenbasis befindliche distale Partie des Gliedes, welche nicht mit dem hinteren Teil der Hydrotheka zusammenhängt, ist in einem scharfen Knie rückwärtsgebogen und liegt in derselben Ebene wie das oberhalb gelegene Glied. Bisweilen kann man zwischen zwei Hydrothekentragenden Gliedern ein kurzes Glied ohne Hydrotheka antreffen, die Regel ist aber, dass alle Glieder ausser dem basalen einander gleich sind und Hydrotheken tragen. Laterale Nematotheken fehlen. Ein

Stück unterhalb der Hydrotheka findet sich eine einzige kleine mediane Nematotheka, die einfächerig ist und die Form einer kurzen, emporgebogenen Rille hat. Sie ist sehr zarthäutig und deshalb recht flüchtig, weshalb sie bei älteren Exemplaren bisweilen fehlt. Gonotheken nicht beobachtet.

Eine leicht zu kennzeichnende Art, gut unterscheidbar an den durch scharfe Kniee gebogenen Hydrocladiengliedern, an dem Fehlen lateraler Nematotheken und der charakteristischen Beschaffenheit der medianen Nematotheka.

Fundorte : Falklandsinseln, Port Louis, 3-4 M., 9/8 1902 ; Port Albemarle, 40 M. 8/9 1902.

II

BIBLIOTHÈQUE DU LABORATOIRE ARAGO[1]

MÉMOIRES ET VOLUMES ISOLÉS

J (*Suite*)

Juge (M.). — Recherches sur les nerfs cérébraux et la musculature céphalique du *Silurus glanis* L., Genève, 1899.

Julien (A.). — Loi de l'ossification des os longs. Loi de la position des centres nerveux, Paris, 1892.

Julien (A). — De l'homotypie des membres thoraciques et abdominaux, Paris.

Julin (C.). — Observations sur le développement des Orthonectides, Paris, 1881.

Julin (C.). — Recherches sur l'organisation et le développement des Orthonectides, Bruxelles, 1881.

Julin (C.). — Le système nerveux grand sympathique de l'*Ammocœtes* (*Petromyzon Planeri*), Jena, 1887.

Julin (C.). — Des origines de l'aorte et des carotides chez les Poissons cyclostomes, Jena, 1887.

Julin (C.). — Le corps vitellin de Balbiani et les éléments de la cellule des Métazoaires qui correspondent au macronucleus des Infusoires ciliés, Paris, 1893.

Julin (C.). — Structure et développement des glandes sexuelles ; ovogenèse, spermatogenèse et fécondation chez *Styelopsis grossularia*, Paris, 1893.

[1] Voir Notes et Revue, (3), T. ix, nos 2, 4, 5 ; (3), T. x, nos 2, 3, 6, 7 ; (4), T. i, nos 1, 2, 5, 8, 9 ; (4), T. ii, nos 2, 4, 7, 8 et 11.

K

KAMENSKY (C.-H.). — Die Cypriniden des Kaukasus, Tiflis, 1899.
KAMENSKY (S.). — Die Cypriniden des Kaukasus, Tiflis, 1901.
KARAWAIEFF (V.). — Matériaux pour la faune des Crustacés pélagiques de la Mer Noire, Kiew, 1893.
KARAWAIEW (W.). — Beiträge zur Fauna der Copepoden des Schwarzen Meeres, Kiew, 1894.
KASTSCHENKO (N.). — Methode zur genauen Reconstruction kleinerer makroskopischer Gegenstände, Leipzig, 1886.
KAWRAISKY (F.-F.). — Die Lachse des Kaukasus, 2 vol., Tiflis, 1896.
KEFERSTEIN (W.) et E. EHLERS. — Zoologische Beiträge gesammelt im Winter 1859-60 in Neapel und Messina, Leipzig, 1861.
KERBERT (C.). — Echinodermes de l'Escaut de l'Est, 1884.
KERBERT (C.). — Beiträge zur Kenntniss der Niederländischen Fauna, Amsterdam, 1884.
KERBERT (C.). — Zoölogische Bijdragen tot de Kennis der Karazee. Report on the Fishes, Amsterdam, 1887.
KERSCHNER (L.). — Keimzelle und Keimblatt, Leipzig, 1887.
KESTNER (H.). — Etude sur le *Trichina spiralis*, Paris, 1864.
KIENER (L.-C.). — Species general et iconographie des Coquilles vivantes, 11 vol., Paris.
KIMUS (J.). — Recherches sur les branchies des Crustacés, Louvain, 1897.
KING (W.). — On the histology of the test of the class *Palliobranchiata*, Dublin, 1869.
KINGSLEY (J.) et W. CONN. — Some observations on the embryology of the Teleosts, Boston, 1883.
KIRCHENPAUER (G.-H.). — Ueber die Hydroidenfamilie *Plumularidæ*, Hamburg, 1876.
KIRCHENPAUER (G.-H.). — Nordische Gattungen und Arten von Sertulariden, Hamburg, 1884.
KISHINOUYE (K.). — On the dévelopment of Araneina, Tokyo, 1890.
KJELLMAN (F.-R.). — Zur Organographie und systematik der Aegagropilen, Upsal, 1898.
KLUNZINGER (C.-B.). — Die Korallthiere des Rothen Meeres, 3 vol. Berlin, 1877-1879.
KNAUER (Fr.). — Naturgeschichte der Lurche, Wien, 1878.
KNIPOWITSCH (N.). — *Dendrogaster astericola* nov. g. et sp. eine neue Form aus der Gruppe *Ascothoracida*, Berlin, 1891.
KNIPOWITSCH (N.). — Beiträge zur Kenntniss der Gruppe *Ascothoracida*, Saint-Pétersbourg, 1892.
KOCH (G. von). — Zwei Acineten auf *Plumularia setacea* Ellis, Jena, 1876.
KOCH (G. von). — Mittheilungen über Cœlenteraten, Jena, 1877.
KOCH (G. von). — Anatomie von *Isis neapolitana* nov. sp. Leipzig, 1877.
KOEHLER (R.). — An account of the deep-sea Ophiuroidea collected by the « Investigator », Calcutta, 1899.

Kofoid (C.-A.). — On some laws of cleavage in *Limax*, Washington, 1894.
Kofoid (C.-A.). — On some important sources of error in the Plankton method, 1897.
Kofoid (Ch.-A.). — The fresh-water biological stations of America, Boston, 1898.
Kofoid (C.-A.). — On the specific identity of *Cotylaspis insignis* Leidy and *Platyaspis anodontae* Osborn, Boston, 1899.
Kofoid (C.-A.). — A preliminary account of some of the results of the plankton work of the Illinois biological station, 1900.
Kohlbrugge (I.-H.-F.). — Der Atavismus, Utrecht, 1897.
Kölliker (A.). — Die Schwimmpolypen oder Siphonophoren von Messina, Leipzig, 1853.
Kölliker (A.). — On the different types in the microscopic structure of the skeleton of osseous Fishes, London, 1859.
Kölliker (A.). — Ueber die Beziehungen der Chorda dorsalis zur Bildung der Wirbel der Selachier und einiger Fische, Würzburg, 1860.
Kölliker (A.). — Icones histiologicae oder Atlas der vergleichenden Gewebelehre. 1 — Der feinere Bau der Protozoen, Leipzig, 1864.
Kölliker (A.). — Icones histiologicae oder Atlas der vergleichenden Gewebelehre. 2 — Der feinere Bau der höheren Thiere, Leipzig, 1866.
Kölliker (A.). — Beiträge zur Kenntniss der Polypen, Würzburg, 1870.
Kölliker (A.). — Die Verbreitung und Bedeutung der vielkernigen Zellen der Knochen und Zähne, Würzburg, 1872.
Kölliker (A.). — Anatomisch systematische Beschreibung der Alcyonarien. Die Pennatuliden, Frankfurt a. M., 1872.
Kölliker (A.). — Die Pennatulide *Umbellula* und zwei neue Typen der Alcyonarien, Würzburg, 1874.
Kölliker (A.). — Ueber die Placenta der Gattung *Tragulus*, Leipzig, 1876.
Kölliker (A.). — Ueber die Jacobson'schen Organe des Menschen, Leipzig, 1877.

Paru le 10 Novembre 1904.

Les directeurs :

G. Pruvot et E.-G. Racovitza.

Eug. Morieu, Imp.-Grav., 140, Boul. Raspail, Paris (6e) — Téléphone : 704-75

ARCHIVES

DE

ZOOLOGIE EXPÉRIMENTALE ET GÉNÉRALE

FONDÉES PAR

H. DE LACAZE-DUTHIERS

PUBLIÉES SOUS LA DIRECTION DE

G. PRUVOT
Chargé de Cours à la Sorbonne
Directeur du Laboratoire Arago

ET

E. G. RACOVITZA
Docteur ès sciences
Sous-Directeur du Laboratoire Arago

4e Série. T. III. NOTES ET REVUE 1904. N° 2

III

Y A-T-IL UNE RELATION ENTRE LE SEXE ET LA TAILLE DES ŒUFS CHEZ LES LÉPIDOPTÈRES ?

par L. Cuénot
Professeur à la Faculté des Sciences de Nancy

Il est prouvé, d'une façon à peu près irréfutable, à la fois par des expériences et par des observations embryologiques, que le sexe des Insectes est déterminé irrévocablement dans les œufs pondus[1]; et comme les divers œufs d'une même ponte, depuis le moment où ils ont été fécondés, sont placés dans des conditions qui semblent aussi identiques que possible, on en a conclu que l'époque où se fait cette détermination doit être antérieure à la fécondation (*détermination progame*) ou coïncider avec celle-ci (*détermination syngame*).

Dans le premier cas, la détermination du sexe serait une propriété de la femelle seule, le mâle n'ayant aucune influence à ce point de vue ; dans le second cas, la détermination finale serait probablement due au conflit des potentialités sexuelles

[1] Voir Cuénot (1899), p. 473 ; observations de Giard à la suite d'une communication de Flammarion (*Comptes-rendus Acad. Sc. Paris*, t. CXXXIII, 1901, p. 497).

apportées chacun de leur côté par l'œuf et le spermatozoïde. La question présente donc un certain intérêt général.

Or, d'après quelques observations portant sur des Lépidoptères (*Bombyx mori* L., *Ocneria dispar* L.), la détermination semble être progame : si, au moment de la ponte, on sépare les œufs en deux groupes, d'après la taille, on constate, paraît-il, que les plus grands œufs donnent naissance à une très grande majorité de femelles, tandis que les plus petits fournissent une très grande majorité de mâles. Comme la taille des œufs dépend exclusivement de conditions maternelles, notamment de leur place dans les tubes ovariens, de leur plus ou moins bonne nutrition durant l'ovogénèse, il devient évident que la détermination sexuelle est progame, comme dans le cas célèbre du *Dinophilus apatris* (KORSCHELT, **1887**).

D'après JOSEPH (**1871**), les œufs qui doivent produire des mâles ou des femelles de *Liparis dispar* se distinguent par leur grandeur inégale, les œufs mâles étant plus étroits, les œufs femelles plus larges. Mme BROCADELLO (**1896**), dans un travail très détaillé et en apparence très précis, reconnaît un fait analogue pour les œufs du Ver à soie : les œufs de diverses races sont triés (Mme BROCADELLO ne dit pas par quel procédé; je suppose que c'est à la loupe), et séparés en deux groupes à peu près égaux, grands et petits. Les premiers sont notablement plus pesants que les seconds, ce qui montre bien que ce n'est pas seulement une différence de forme qui frappe l'œil, mais bien une augmentation de volume. Les lots d'œufs grands et petits sont élevés à part, jusqu'au stade imago, les chenilles qui mouraient en cours d'élevage étant disséquées pour déterminer leur sexe d'après l'examen des glandes génitales. Mme BROCADELLO obtient les résultats suivants :

RACES	Œufs petits et moins pesants donnent en mâles, pour cent :		Œufs grands et plus pesants donnent en femelles, pour cent :	
Vartansi di Chorassan	88	Moyenne 89,8	89	Moyenne 90,6
Giallo Perugia	95		92	
Chuciao di Chorassan	90		92	
Giallo Pirenei	88		92	
Giapponese verde	88		88	

L'auteur ajoute : « Si, dans cette expérience, je n'ai pas obtenu 100 pour 100, je reste néanmoins convaincue qu'avec un peu d'habitude, on pourrait arriver à une séparation parfaite ».

La question en jeu est assez intéressante pour que j'ai cru devoir vérifier ces expériences; à ma grande surprise, j'ai obtenu des résultats absolument différents.

I. *Bombyx mori*

J'ai utilisé comme matériel des pontes provenant de Papillons de race française indéterminée, élevés au laboratoire depuis une ou deux générations; ces pontes comprennent au maximum 200 œufs, chiffre notablement inférieur à la moyenne, sans doute parce que les élevages de chenilles avaient été faits dans des conditions assez médiocres.

Pour séparer les œufs en deux lots, j'ai employé un moyen mécanique, de façon à supprimer complètement l'appréciation personnelle; les œufs d'une même ponte, soigneusement détachés de leur support, sont passés dans un tamis à fond métallique [1], dont les trous, très rigoureusement calibrés, ont exactement $1^{mm},31$ de diamètre; ce tamis convient parfaitement pour les œufs de Ver à soie, et on les partage ainsi en deux lots, plus ou moins inégaux suivant les pontes; les œufs qui passent à travers les trous par secouage ou qui s'y engagent si bien qu'un léger coup de pinceau suffit à les faire passer sont considérés comme petits; tous ceux qui restent sur le tamis sont des gros.

Les lots sont élevés séparément dans de grands cristallisoirs, de façon à éviter tout mélange; j'ai déterminé le sexe par dissection des chenilles dès qu'elles atteignaient une taille suffisante; un examen rapide au microscope permet de reconnaître avec une entière certitude les ovaires et les testicules, déjà reconnaissables à leur forme et à leurs dimensions. Il n'y a eu aucune mortalité pendant l'élevage. J'ai obtenu les résultats suivants :

[1] Prêté obligeamment par mon collègue M. Thoulet. Ce tamis a été construit sur le modèle des tamis à pierres précieuses, utilisés par les marchands de gemmes.

A. Pontes séparées

	Œufs petits		Œufs gros	
	Mâles	Femelles	Mâles	Femelles
1re ponte	23	16	79	82
2me ponte	43	36	31	26
3me ponte	46	53	9	9
4me ponte	26	24	6	15
Totaux :	138	129	125	132

On voit que l'égalité des chiffres est saisissante : dans chaque lot, les gros œufs, aussi bien que les petits, donnent presque exactement autant de mâles que de femelles.

B. Pontes mélangées

On partage au tamis un gramme d'œufs provenant de plusieurs pontes mélangées (Vers noirs) ; l'élevage a été moins bien réussi que les précédents, car il y a eu dans chaque lot, vers la fin, au moins une vingtaine de morts dont le sexe était indéterminable ; aussi, je tiens cette expérience pour moins rigoureuse que celles concernant les pontes séparées. J'obtiens le résultat suivant :

Œufs petits		Œufs gros	
Mâles	Femelles	Mâles	Femelles
119	133	65	108

Dans chaque lot, il y a encore mélange de mâles et de femelles, mais avec un excès de femelles dans l'une et l'autre catégories.

II. *Ocneria dispar*

Les œufs de ce Liparide ont la forme de sphéroïdes aplatis aux deux pôles, et sont enveloppés dans un feutrage de poils dont il

est assez difficile de les débarrasser. Ne pouvant utiliser le tamis, j'ai mesuré les œufs un à un, sous un grossissement de 100 diamètres, un quadrillé étant placé dans l'oculaire du microscope. Je divise ainsi la ponte en deux lots égaux : les œufs dont le diamètre est égal ou supérieur à $1^{mm},20$ sont comptés comme gros ; ceux dont le diamètre est inférieur à cette longueur sont comptés comme petits [1]. Une ponte entièrement partagée suivant ce procédé donne 78 gros œufs et 78 petits.

Malheureusement, par suite d'une mauvaise fermeture des cristallisoirs d'élevage, les chenilles se sont échappées le lendemain de leur éclosion, et je n'ai pu conserver qu'un lot intact : 32 chenilles provenant de gros œufs. Elle ont été nourries d'une façon surabondante avec des feuilles de cerisier et de rosier : le sexe a été déterminé par dissection. J'ai obtenu 14 mâles et 18 femelles.

Quelque incomplète que soit cette expérience, elle confirme cependant les résultats obtenus pour *Bombyx mori*, et il me semble qu'on peut en conclure, contrairement aux opinions émises antérieurement, qu'il n'y a aucune relation causale entre le *volume* des œufs de Lépidoptères et le sexe des chenilles qui en sortiront. D'autre part, QUAJAT (**1903**) a montré qu'il n'y a non plus aucune relation entre la *densité* des œufs de *Bombyx mori* et le sexe. Ce sont des arguments de moins pour les biologistes qui croient à la détermination progame.

INDEX BIBLIOGRAPHIQUE

1896. Mme BROGADELLO. Il sesso nelle uova (*Boll. mensile di Bachicoltura, Padova*, 3me sér., anno 2, p. 100).

1899. CUÉNOT. Sur la détermination du sexe chez les animaux (*Bull. scient. France et Belgique*, t. XXXII, p. 462).

1871. JOSEPH (G.). Über die Zeit der Geschlechtsdifferenzirung in den Eiern einiger Lipariden (*48 Jahresber. d. schles. Ges. für vaterl. Cultur* (1870), p. 143).

[1] On sait que les chenilles et les imagos femelles d'*Ocneria dispar* sont d'une taille nettement supérieure aux chenilles et imagos mâles ; on avait déjà remarqué que les œufs ne présentent pas un dimorphisme correspondant (BURDACH, *Traité de Physiologie*, t. III, p. 582, cité par LUCAS (**1850**), t. II, p. 381 ; LICHTENSTEIN (**1876**)). Le fait est qu'il y a tous les intermédiaires entre les plus gros et les plus petits œufs.

1887. Korschelt. Die Gattung *Dinophilus* und der bei ihr auftretende Geschlechtsdimorphismus (*Zool. Jahrb.*, Bd II, p. 955).

1876. Lichtenstein. (*Ann. Soc. Entom. de France* (5), t. VI, Bulletin, p. XCIV).

1850. Lucas. Traité philosophique et physiologique de l'hérédité naturelle. *Paris*.

1903. Quajat. Ricerche sperimentali dirette a distinguere il sesso nelle uova e nella larva (*Annuario della R. Staz. Bacologica, Padova*, vol. XXXI, p. 39).

Nancy, 18 Novembre 1904.

REVUES CRITIQUES

IV

QUESTIONS RELATIVES AUX CELLULES MUSCULAIRES[1]

par A. Prenant
Professeur à l'Université de Nancy

IV. — La Substance musculaire

§ 1

STRUCTURE DE LA SUBSTANCE MUSCULAIRE

2° — Fibrilles (Suite)

B. Caractères des fibrilles musculaires.

2° Striation ; détails de la striation.

Les fibrilles qui forment la substance musculaire dans les fibres dites striées de beaucoup d'Invertébrés sont encore trop imparfaitement étudiées pour qu'on puisse se prononcer sur leur véritable nature. Il est possible que, dans de nombreux cas, ces fibrilles soient simplement hétérogènes, c'est-à-dire qu'elles se composent d'articles alternativement clairs et obscurs, incolores ou colorables. Mais il est certain que la simplicité de structure, attribuée aux fibrilles striées d'un grand nombre de Vertébrés, résulte souvent des difficultés de l'observation que la petitesse des stries à observer rend toujours très grandes. Le nombre des cas de fibrilles simplement hétérogènes ira donc sans doute en diminuant, par les progrès de l'observation, au profit de ceux à fibrilles véritablement striées, pareilles aux fibrilles musculaires des Vertébrés et des Arthropodes.

[1] Voir Notes et Revue (4) Tome I, nos 3, 4, 5, 6, 7 et (4) Tome II, nos 6, 7 et 8.

Dans ces groupes, la striation n'est pas seulement due à la présence de fibrilles dans lesquelles l'alternance pure et simple de deux substances, la superposition de deux sortes d'articles, de caractères opposés, produit la striation transversale. La complication est ici plus grande et elle est due à une double cause. Non seulement les fibrilles sont hétérogènes, comme dans les cas dont il vient d'être question, mais encore, dans chacun des articles différents en lesquels elles se décomposent, on peut trouver des articles ou disques secondaires ayant leur caractère propre. De plus, comme on l'a vu dans le précédent article, la structure de la cellule vient compliquer encore la striation des fibrilles, en y ajoutant des stries étrangères à la constitution même de ces fibrilles. Il résulte de ces deux causes de complication que, tout le long d'une fibrille ou d'une fibre, on distingue, dans le cas des fibres striées des Vertébrés et des Arthropodes, une série de bandes ou disques qui
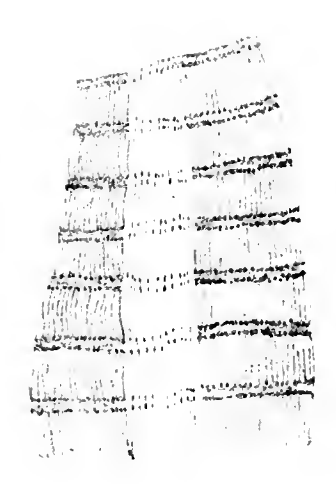


Fig. 1

FIG. 1. — Fibre musculaire du thorax d'*Ocypus olens*. × 750.
Etant à moitié entr'ouverte par la dissociation, elle montre que la striation de la fibre est due à la striation élémentaire des fibrilles. Alc. absolu. Hémalun. Glycérine.

diffèrent les unes des autres et pour chacune desquelles doit se poser la question de leur réfringence, de leur densité, de leur colorabilité, de toutes leurs propriétés en somme, et celle aussi de leur véritable nature.

Ces bandes transversales se répètent les uns à la suite des autres dans les fibrilles avec une grande régularité et forment des articles successifs de caractère différent. De même, la fibre, qui n'est essentiellement qu'un multiple de fibrilles, se décompose en disques transversaux successifs formés chacun d'un assemblage d'articles semblables juxtaposés transversalement à la même hauteur (fig. 1). D'après cela, il est à peu près indifférent de parler d'articles ou de disques, puisque les premiers ne sont que les parties des seconds.

L'existence de la plupart de ces bandes transversales (articles ou disques) n'est pas mise en discussion ; elles sont un fait d'observation, et sont connues le plus souvent depuis longtemps déjà. Mais c'est sur

leur interprétation que la discussion a porté. Reconnues par tous les auteurs, elles ont malheureusement reçu d'eux des noms différents, rappelant le caractère considéré comme le plus important : de là une trop riche synonymie. Comme c'est Rollett qui a fixé le premier la succession régulière des diverses sortes de bandes transversales et qui a mis dans la question l'ordre nécessaire, c'est sa nomenclature qu'il convient d'adopter.

En examinant la série des disques ou articles successifs, on peut distinguer les suivants (fig. 2 et 3). De distance en distance, à des intervalles réguliers, la fibre ou la fibrille est barrée par un disque

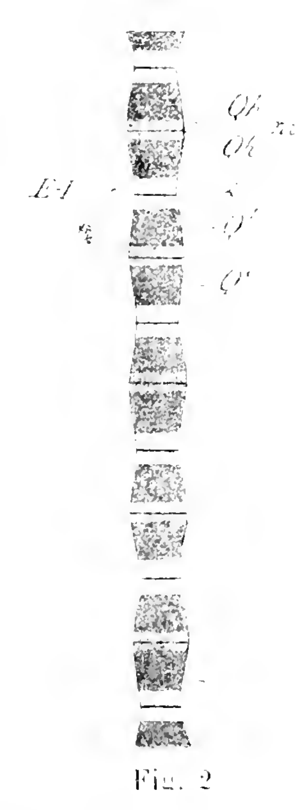


Fig. 2. — Fibrille (colonnette) isolée d'un muscle des ailes du Hanneton (*Melolontha vulgaris*), offrant les disques successifs. × 1000.
Explication des lettres dans le texte. Alcool au tiers. Hématoxyline.

très sombre, *Z*. Dans l'intervalle de deux *Z*, se trouve le disque *Q*, substance sombre, anisotrope, partagée en deux parties Q^1 et Q^2 par une bande plus claire *QH* : celle-ci est à son tour coupée en deux par une ligne fine et sombre, *M*. Entre deux disques *Q* et par conséquent de chaque côté de la bande *Z*, se trouve la substance claire, isotrope, divisée par *Z* en deux moitiés symétriques. Dans chacune des moitiés de la substance isotrope peut se trouver interposé un disque *N*, dont la présence subdivise à son tour cette moitié isotrope en deux articles clairs *E* et *I*.

Telle est, dans un cas typique, la décomposition habituelle de la fibre et de la fibrille. Il faut examiner maintenant les caractères des différents disques et l'interprétation qui en a été donnée.

Cloison transversale Z.

Z *Zwischenscheibe* d'ENGELMANN, « disque intermédiaire » des auteurs, bande Z de ROLLETT, ligne de DOBIE, ligne opaque ou strie d'AMICI, membrane basale (*Grundmembran*) de KRAUSE, disque terminal (*Endscheibe*) de MERKEL, cloison transversale de FLÖGEL, disque mince de RANVIER) est une bande très importante, qui, comme on le verra plus loin, occupe une place à part dans la striation transversale.

D'après certains auteurs, comme NASSE (1882), Z serait constant dans tous les muscles striés, même ceux des Invertébrés (Méduses, Salpes, Bryozoaires, Chétognathes) et apparaîtrait dans le développement

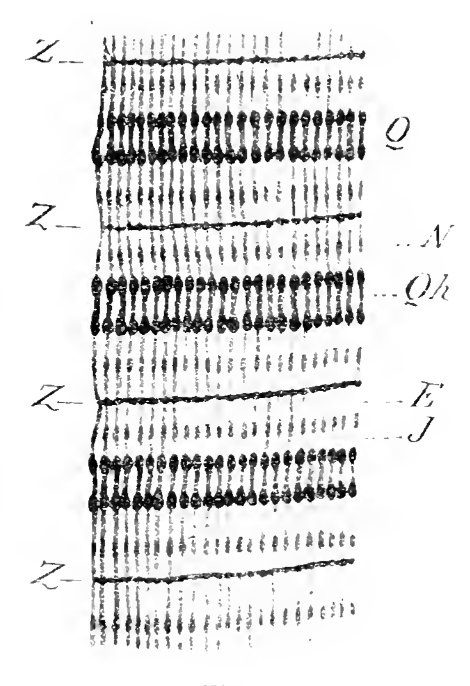


FIG. 3. — Coupe longitudinale d'une fibre musculaire striée d'une larve d'Ichneumon (*Microgaster glomeratus* L.), avec les détails de la striation transversale. × 1500. Lettres comme dans le texte. Les disques Q ont la forme de bâtonnets étranglés en leur milieu. Liquide de Bouin. Hématoxyline ferrique, éosine.

embryonnaire en même temps que Q, substance anisotrope. La présence de Z dans tous les muscles striés d'Invertébrés n'est cependant pas prouvée, et il est possible au contraire que certains d'entre ces muscles se distinguent de ceux des Vertébrés par l'absence de ce disque. En tout cas l'importance de Z est unanimement reconnue : SCHÄFER (1873) seul l'a attribué à une simple strie d'interférence.

Z est anisotrope (BRÜCKE (1871), KRAUSE (1868-1869), ROLLETT (1885), NICOLAIDES (1885)). Il est très colorable, par exemple par l'hématoxyline ferrique. Il possède, comme KRAUSE, puis MERKEL, ENGELMANN, FRÉDÉRICQ, ROLLETT, KÖLLIKER, CAJAL l'ont montré, une très grande résistance vis-à-vis des réactifs qui gonflent la fibre ou de ceux qui la ratatinent, ou vis-à-vis des agents macérateurs ou même destructeurs qui font dispa-

raître tout le reste de l'élément musculaire. Selon RANVIER (1880), Z est élastique ; car il est plus haut, plus allongé dans le sens de l'axe de la fibre, sur le muscle contracté et tendu.

MERKEL (1872), contredit par NASSE (1882) et par d'autres, l'a décomposé en deux bandes (*End-* ou *Schlussplatten*), réunies par une substance cimentante (*Kittsubstanz*). RUTHERFORD (1897) le divise en trois articles dont un intermédiaire, différent des deux autres.

Dans la fibrille, l'article Z représente, pour KRAUSE, MERKEL, SACHS (1872), NICOLAÏDES, E. A. SCHÄFER (1891), une sorte de membrane séparatrice (*Grundmembran* ou membrane basale de KRAUSE, *Endscheibe* ou disque terminal de MERKEL), qui cloisonne la fibrille en compartiments superposés, appelés par ces auteurs *segments* ou *cases musculaires*. Cette cloison Z est douée d'une certaine rigidité et n'est que faiblement extensible dans le sens transversal. C'est ce que montrent les faits suivants. Sur des fibrilles gonflées artificiellement ou épaissies par le fait de la contraction, la membrane Z déprime fortement le contour de la fibrille qui devient absolument moniliforme. Inversement, sur une fibrille étendue artificiellement ou naturellement relâchée, ou bien encore amincie et ratatinée par les réactifs, la bande Z dessine sur le contour de la fibrille une côte saillante, un bourrelet annulaire, ce qui tient à ce qu'elle résiste plus que le reste de la fibrille à l'élongation et au ratatinement (fig. 4).

On a admis de même que le disque Z représentait dans la fibre une cloison complète qui la partageait totalement (AMICI (1858), KRAUSE (1868-71), FLÖGEL (1872), CAJAL (1888), MAC CALLUM (1897), HEIDENHAIN (1899). Il en résulte, pour le disque Z, un certain nombre de caractères nécessaires.

Il doit d'abord traverser la fibre dans toute son épaisseur, aussi bien au niveau du sarcoplasme, qu'au niveau des fibrilles musculaires. On constate en effet que Z s'attache à la périphérie de la fibre sur le sarcolemme qui enveloppe celle-ci et que de plus il se continue avec les travées du réseau sarcoplasmique. L'attache de Z au sarcolemme, reconnue par FLÖGEL le premier, est devenue une observation banale. Les relations de Z avec le sarcoplasme ont été constatées par plusieurs auteurs, notamment par MAC CALLUM (1897), ENDERLEIN (1900). Ce dernier les a observées chez les larves d'Oestrides, où elles sont particulièrement évidentes (voir les *Notes et Revue*, p. CXVI, n° 6). Dans le cas de la larve d'Oestre, le disque Z ne s'insère au sarcolemme que par l'intermédiaire d'une masse épaisse de sarcoplasme. Dans le muscle cardiaque de l'Homme, entre les fascicules de substance musculaire, dans les interstices qui les séparent, se trouvent des membranes légèrement écartées de la substance musculaire, et qu'on peut considérer comme représentant le sarcolemme ; c'est sur ces membranes que s'insèrent directement les disques Z (HEIDENHAIN (1901). Dans les cas ordinaires, l'attache de Z au sarcolemme se fait par l'intermédiaire d'une mince couche de sarcoplasme, et souvent (RANVIER), on peut trouver l'empreinte de Z sur les

lambeaux du sarcolemme. On voit même le disque Z déterminer au niveau de son attache au sarcolemme des festons rentrants ou saillants.

De ce que Z traverse la fibre transversalement, il a paru à HEIDENHAIN (**1899**) devoir en résulter nécessairement la conséquence suivante relative à sa constitution. Z doit être formé de parties différentes, juxtaposées transversalement : les unes, répondant aux fibrilles, les autres correspondant aux tractus sarcoplasmiques interfibrillaires. Les premières sont parties constituantes des fibrilles, en sont de véritables articles (AMICI, FLÖGEL) et se voient sous l'aspect de grains colorables et biréfringents (BRÜCKE). Ce sont ces parties fibrillaires de Z qu'on voit le plus souvent. Chaque grain est composé, d'après RUTHERFORD (1897), de

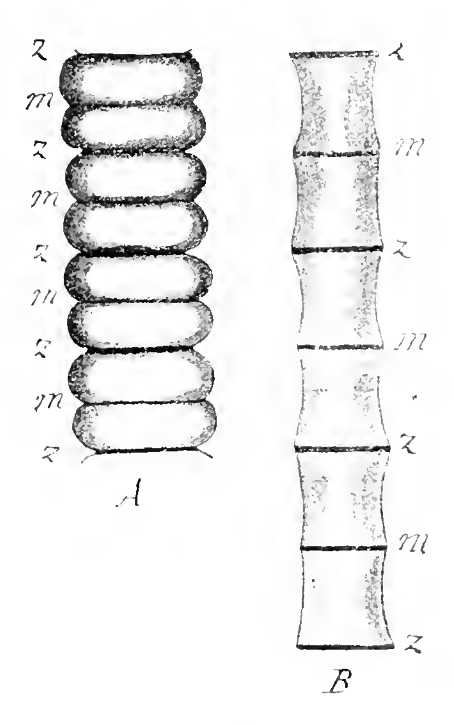


Fig. 4

FIG. 4. — Fibrilles des muscles thoraciques de *Musca vomitoria*.
A. Gonflées par l'acide acétique. *B*. Rétractées par le sulfate de cuivre. — *Z* et *M*, membranes *Z* et *M*. D'après MERKEL (**1872**).

deux granules colorables séparés par une matière interposée. Chacun représente dans la fibrille une sorte de « tendon intermédiaire » (RETZIUS (**1890**)). Les autres parties *QZ*, qui correspondent au sarcoplasme interfibrillaire, paraissent n'être qu'une portion différenciée de ce sarcoplasme. Elles ne doivent pas être confondues avec les réseaux sarcoplasmiques ou rangées de grains de 1er ordre, car ceux-ci ne sont pas situés sur le même plan transversal que Z, mais au-dessus et au-dessous de ce plan (ROLLETT). Il résulte des observations récentes de VERATTI (**1902**) faites avec le secours de la réaction noire, que tout autre est le rapport de Z avec les réseaux sarcoplasmiques transversaux. D'après cet auteur en effet,

le réseau sarcoplasmique le plus important et le plus constant est toujours en correspondance de la bande Z. VERATTI ne dit cependant pas qu'il représente la partie sarcoplasmique de Z.

Dans le cas des muscles de la trompe des Syllidiens, les membranes Z, qui sont limitées à l'écorce musculaire et ne traversent pas l'axe sarcoplasmique de la fibre, sont formées de grains distincts, spécifiquement

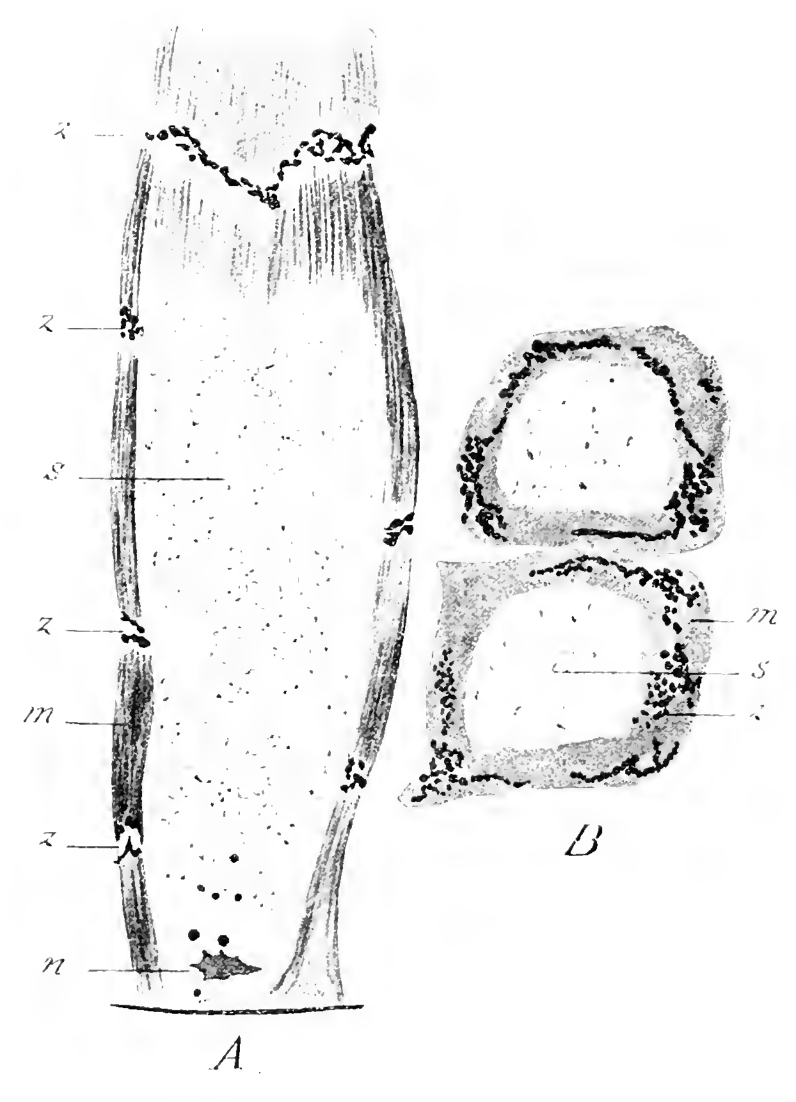


Fig. 5

FIG. 5. — Coupes longitudinale et transversale des fibres musculaires de la trompe d'un Syllidien (sp. ?) (× 1000).

A. Coupe longitudinale d'une fibre. Z. membrane Z. — *m.* écorce musculaire. — *s.* sarcoplasme. — *n.* noyau.

B. — Coupe transversale de deux fibres. Mêmes lettres. On voit de face les plages granuleuses formées par la membrane Z (colorées spécifiquement en rouge dans la préparation). Liq. de Bouin. Hémat. ferrique, éosine, vert-lumière.

colorables, et constituent des plaques granuleuses qui cloisonnent à de rares intervalles la totalité de l'écorce musculaire (fig. 5).

On a très généralement admis que Z représente dans la fibre musculaire une membrane séparatrice complète et continue. Toutefois DÖNITZ

(1872), WAGENER (1872), A. SCHÄFER (1873), RETZIUS (1890), RUTHERFORD (1890-1897) se sont refusés à voir dans le disque Z autre chose que l'ensemble d'articles sphérulaires des fibrilles, autre chose que des cloisons limitées aux fibrilles.

L'observation de fibres vues en coupe longitudinale montre bien d'ailleurs que la tranche de la membrane Z est parfaitement continue. Certains auteurs ont objecté que cette prétendue membrane continue n'a jamais pu être vue de face. CAJAL l'a observée dans cette position. Si elle est plus facile à reconnaître sur les vues de profil, cela tient, remarque HEIDENHAIN, à ce qu'étant très mince elle ne se distingue, de même qu'une lame de verre, que sous une grande épaisseur, c'est-à-dire vue par la tranche. ROLLETT (1885) a d'ailleurs obtenu des sortes de fibres vides dont toute la substance musculaire aurait disparu, sauf des cloisons transversales complètes, qui d'après HEIDENHAIN représentent incontestablement les membranes Z. On vient de voir que dans les fibres de la trompe des Syllidiens, la membrane Z est une plaque granuleuse nettement discontinue.

On peut conclure, conformément à la théorie de la case musculaire due à KRAUSE et à MERKEL, que Z est une membrane transversale, une cloison complète, qui divise la fibre en segments ou cases musculaires. On peut, d'une manière quelque peu théorique, la considérer comme composée d'articles fibrillaires, correspondant aux fibrilles (*Zf*) et d'articles sarcoplasmiques (*Zs*) répondant au sarcoplasme interfibrillaire [1].

HEIDENHAIN (1899) a donné l'interprétation suivante pour la valeur morphologique de la membrane Z. Elle fait partie selon lui d'un système transversal de filaments qui croisent les fibrilles longitudinales. Ce n'est là qu'un cas particulier d'une disposition générale, l'application d'un principe général de structure, d'après lequel partout où il existe des filaments parallèles, ceux-ci sont croisés perpendiculairement par d'autres systèmes filamenteux. On connaît, dans l'architecture générale du protoplasme, des exemples de semblables systèmes croisés de filaments. On en a des exemples plus grossiers dans certains tissus, tels que les aponévroses, les os. Dans tous ces cas, les fibres dirigées dans un sens représentent les lignes d'action d'une certaine puissance mécanique, les fibres orientées perpendiculairement correspondent aux lignes d'action d'une autre force de direction transversale et représentent des plans d'appui. Ici, tandis que les fibrilles répondent à la pression longitudinale que le muscle subit par sa contraction même, les bandes transversales telles que Z représentent la direction de la force perpendiculaire et sont l'effet de la traction transversale.

De là on peut déduire le rôle physiologique de la bande Z, que déjà avant HEIDENHAIN plusieurs auteurs avaient bien compris. Elle n'est pas formée par une substance active dans la contraction ; elle n'a qu'un rôle

[1] Cette façon de se représenter la membrane Z est toute théorique. Car personne, à ma connaissance, n'a montré objectivement la double nature, fibrillaire et sarcoplasmique, de cette membrane.

passif et agit comme une anastomose transversale des fibrilles, comme une « pièce de charpente » (RANVIER), éminemment utile pour maintenir, grâce à sa résistance, les fibrilles en place devront la contraction et pour les ramener par son élasticité à leurs rapports naturels lors du relâchement musculaire. Cette intéressante conception est due surtout à AMICI, RANVIER (1880), HASWELL (1889), HEIDENHAIN (1899), CH. JANET (1900).

Disque sombre *Q*.

L'article ou disque Q (*Querscheibe* d'ENGELMANN), disque transversal des auteurs, bande *Q* de ROLLETT, *sarcous element* de BOWMAN, bâtonnet musculaire de SCHÄFER, substance anisotrope de BRÜCKE, disque épais de RANVIER) est de tous le plus important; car c'est en lui que presque tous les auteurs ont placé le substratum de la substance active du muscle.

Q est sombre, anisotrope et biréfringent, colorable.

L'article *Q* se présente comme une sphérule ou plus souvent comme un bâtonnet plus ou moins allongé (fig. 3).

Le disque *Q* peut être isolé de la substance musculaire par certains moyens, par exemple par l'action de l'alcool; il représente alors ce qu'on a appelé le disque de BOWMAN, la bande anisotrope des auteurs. Mais ce disque est alors un produit artificiel; car le disque *Q* ne peut être obtenu que par l'assemblage d'articles *Q*, strictement fibrillaires, unis par une substance étrangère, interstitielle, interfibrillaire, qui soude en un disque les articles *Q* d'une même rangée.

L'article, le disque *Q* est sombre. Il l'est beaucoup plus que la substance *E*, *I*, où il est plongé et dont il sera question plus loin. Mais il n'est pas uniformément obscur. La région moyenne en effet de chaque article *Q*, de chaque disque *Q*, est occupée par une bande moins sombre et aussi moins colorable, la « bande claire » de HENSEN (*helle Querscheibe Qh*). Il en résulte que chaque bâtonnet *Q* est partagé en deux articles secondaires Q^1, Q^2, séparés par une partie claire *Qh* (fig. 2). Cette bande est tantôt bien délimitée et forme dans *Q* un véritable disque transversal (MERKEL, 1872), tantôt et le plus souvent mal délimitée. Constatée tout d'abord par DOBIE (1849), puis par DÖNITZ (1872), WAGENER (1872), elle a été vue par tous les auteurs (DWIGHT 1874 excepté), qui lui ont en général accordé une existence propre et réelle, certains, comme NASSE (1882), l'ayant même regardée comme essentielle et constante. Quelques observateurs toutefois ont dit qu'elle ne se voyait que sur le muscle tendu (NICOLAIDES), qu'elle n'était pas une véritable bande moyenne de *Q* (SACHS), ou même qu'elle était due à un simple phénomène optique (KRAUSE, 1873).

La bande *Qh* n'est pas partout également claire; on voit parfois paraître en son milieu une strie sombre (ROLLETT), que HEIDENHAIN recommande de ne pas confondre avec un disque très mince et sombre, le disque *M*, qui occupe exactement l'équateur de *Qh*, et dont il sera question plus loin. A mesure qu'on s'approche de *M*, la substance de *Qh* devient de plus en plus claire, tandis que vers les deux moitiés de *Q* elle

se confond insensiblement avec la substance obscure qui les constitue. Dans certains cas, la complication de *Q* serait plus grande encore : c'est ainsi que d'après RENAUT (1877), dans les fibrilles du Lucane cerf-volant, chaque article *Q* se décompose en trois bandes sombres, un disque épais principal et deux disques épais accessoires séparés par deux zones claires. Quant à la colorabilité de *Q*, elle est très marquée : par l'hématoxyline ferrique par exemple, on obtient un bâtonnet ou un disque noir, où cependant la partie moyenne, correspondant à *Qh*, se distingue par une très faible coloration. Sur des fibrilles soumises à une extension exagérée, TOURNEUX (1892-1894) a vu que la substance chromatique de *Q* se condense en deux bandes transversales plus ou moins espacées.

Le disque *Q* est biréfringent ou anisotrope, sauf pour SCHÄFER (1872-1873), dont le « bâtonnet musculaire » est isotrope. L'est-il dans toute son étendue, et *Qh*, l'article clair de *Q*, est-il mono- ou biréfringent ? ROLLETT le considère comme monoréfringent, tandis que FLÖGEL en fait une partie de *Q* moins biréfringente que le reste, et qu'ENGELMANN lui accorde une biréfringence égale à celle de la partie sombre de *Q*.

Considéré dans son ensemble, l'article ou le disque *Q* offre, d'après ce qui précède, des caractères optiques différents suivant les points qu'on examine; *Q* n'est donc pas homogène. Cette considération a amené MERKEL (1881) et d'autres auteurs (RUTHERFORD, TOURNEUX) à y admettre l'existence d'au moins deux substances, de propriétés différentes, qui pendant la contraction se comportent différemment. D'après MERKEL, de ces deux substances l'une est sombre à la lumière ordinaire, monoréfringente, colorable par le carmin et l'hématoxyline (spécifiquement colorable selon TOURNEUX) et change de place pendant la contraction (substance kinétique) ; l'autre, transparente et claire, biréfringente, peu colorable (substance disdiaclastique), est immobile pendant la contraction ; le mélange des deux substances caractériserait l'état de repos. Selon HEIDENHAIN (1899), dont la manière de voir paraît plus satisfaisante, les différences optiques et coloratives qu'on observe à l'intérieur de l'article *Q* ne tiennent pas à l'existence de deux substances distinctes, mais sont dues à la densité plus ou moins grande de la matière constituante en ces deux points.

Indépendamment des bandes qui compliquent la constitution de *Q*, on a trouvé à cet article une structure, ou tout au moins on lui en a supposé une. MARTIN (1884), RETZIUS (1890) y ont aperçu des granules. WAGENER (1880) a vu même que *Q* était divisé en petites sphérules disposées selon l'ordre des fibrilles et unies ensemble par une substance isotrope, de sorte qu'on peut dire que *Q* est à son tour strié transversalement. D'une façon hypothétique, BRÜCKE (1858), s'inspirant des données de BARTHOLIN sur la constitution intime des cristaux de spath, a supposé que *Q* était formé de particules cristallines très fines régulièrement rangées, qu'il a appelées des disdiaclastes : particules dont le changement d'orientation produirait le phénomène de contraction. Les recherches de SCHIPILOFF et DANILESWKY (1881) ont autrefois paru tendre à

donner à cette hypothèse une valeur objective; d'après eux, la substance anisotrope était formée de myosine, et les disques *Q* étaient en réalité des disques myosiques; les disdiaclastes biréfringents de BRÜCKE n'étaient autres que des cristaux de myosine. Mais des observations ultérieures de DANILEWSKY (1882) et de HOLMGREN (1893) ayant montré que la myosine peut être extraite du muscle sans altérer en rien la structure microscopique, respectant en particulier le disque *Q* et sa biréfringence, on localisa la myosine dans la substance claire, et on admit dans le disque anisotrope la présence d'une autre substance protéique, dite « myostroïne ». ENRIQUES (1901) a ajouté, il est vrai, un fait nouveau en faveur de l'individualisation de la substance anisotrope; il a vu en effet que celle-ci, lors de la nymphose des Diptères, se dépose sous forme d'amas cristallins biréfringents dans les sarcolytes englobés par les phagocytes puis par les cellules adipeuses.

La strie *M* (membrane moyenne, « Mittelmembran » des auteurs) occupe l'équateur de *Q* et plus spécialement de la bande claire *Qh* (fig. 2, *M*, fig. 6, *M*). Déjà figurée par LEBERT (1850), cette strie a été décrite ensuite par HENSEN (1868), MERKEL (1872), et depuis par beaucoup d'auteurs (sauf ENGELMANN et RANVIER qui l'ont niée). Elle ne s'observe d'ailleurs que dans certaines conditions; on ne la voit pas à l'état frais (MERKEL, NASSE), et c'est pour cela que RANVIER en a nié l'existence réelle; elle apparaît seulement par l'action des réactifs, mais est alors très nette, surtout (HEIDENHAIN) après coloration par l'hématoxyline au vanadium; d'après TOURNEUX elle ne se voit bien que sur des muscles fortement étirés. Sous ces conditions, *M* est d'après NASSE (1882) une strie constante.

Cette bande a été confondue avec d'autres formations. Ainsi par une regrettable confusion, on a désigné (FLÖGEL 1872, ROLLETT 1885-1891, par exemple) du nom de strie de HENSEN toute bande claire ou obscure qui coupe *Q* en son milieu, et on a réellement confondu *Qh*, la bande claire, et *M*, la strie sombre, seule strictement moyenne, en leur donnant un même nom. *M*, de même que *Z*, a été confondu aussi avec les réseaux sarcoplasmiques que RETZIUS a décrits; de même que *Z* doit être distingué des réseaux sarcoplasmiques de premier ordre, de même on ne doit pas confondre *M* avec les réseaux sarcoplasmiques de second ordre. Enfin il peut apparaître, à la place de *M*, pendant la contraction de la fibre musculaire, une ligne sombre (*M* de ROLLETT), qui d'après HEIDENHAIN ne peut-être assimilée à *M*; car cette dernière strie ne se voit que sur les muscles relâchés (selon HEIDENHAIN, cette strie *M* serait de même nature que la strie de contraction *Cs*, qui prend naissance pendant la contraction musculaire au niveau de la membrane *Z*.

Les caractères de M ont été diversement appréciés. Isotrope pour HENSEN, MERKEL, FRÉDÉRICQ, ROLLETT, il est anisotrope selon ENGELMANN, faiblement anisotrope d'après NASSE. C'est une bande mince, obscure, fortement colorable suivant HEIDENHAIN. D'après le même auteur, *M* traverse, comme *Z*, toute l'épaisseur de la fibre musculaire, et, comme *Z*

aussi, se divise par conséquent en deux sortes de particules, les unes *Mf*, correspondant aux fibrilles, les autres *Ms*, répondant au sarcoplasme. MERKEL et HEIDENHAIN ont donné à *M* la même signification qu'à *Z* et l'ont considéré comme une cloison transversale de la fibrille ou de la fibre musculaire, qui ne différerait de *Z* que par sa plus grande mineeur (ce que RANVIER n'a pas admis). Des images comme (fig. 4) sont tout à fait favorables à cette interprétation ; elles montrent que *M* se comporte absolument comme *Z*, dont il peut être très difficile à distinguer, et produit sur le contour de la fibrille les mêmes accidents de surface.

Une dernière strie est à indiquer. TOURNEUX (1892-1894) a signalé, soit aux confins de *Q*, soit en pleine substance claire isotrope, une ligne très mince, qu'il nomme « cloison limitante » (fig. 6 *l*). HEIDENHAIN, qui

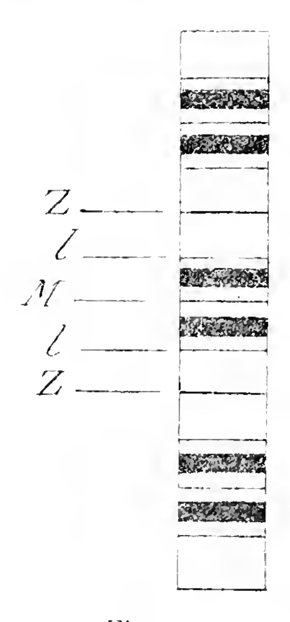


Fig. 6

FIG. 6. — Fibrille des muscles jaunes (thoraciques) du *Dytiscus marginalis*. × 2000. La fibrille est au repos et en extension. *Z*, membrane *Z*. *M*, membrane moyenne *M*. — *l*, cloison limitante ou strie de Tourneux. D'après TOURNEUX (1892). Demi-dissociation. Hémaloxyline Bœhmer.

l'appelle « strie de TOURNEUX », en fait une membrane transversale de même nature que *Z* et que *M* et présentant peut-être avec les réseaux sarcoplasmiques de 3ᵉ ordre les mêmes relations que *Z* et *M* offrent avec les réseaux de 1ᵉʳ et de 2ᵉ ordres.

Substance claire *I-E*.

La substance claire, qui s'étend entre deux disques *Q* et que *Z* coupe en deux moitiés a reçu les noms de substance isotrope, disque clair. Chacune de ses moitiés peut être encore partagée par un disque sombre, le disque accessoire *N*, en deux bandes *E-I* (fig. 2 et 3). RETZIUS (1890) n'admet pas toutefois cette séparation, parcequ'il ne reconnaît pas le disque *N* comme appartenant aux fibrilles et l'attribue au sarcoplasme. Ces deux bandes isotropes *E* et *I* sont naturellement fort minces, puis-

que la distance entre *Q* et *Z* est peu considérable et que *N* y occupe encore une certaine place. Ainsi *E*, entre *N* et *Z*, n'a, selon Engelmann (1872) d'épaisseur appréciable que dans les cases musculaires très hautes et dans les fibres étirées ; ailleurs, *N* est appliqué contre *Z*.

Dans l'intervalle qui s'étend entre deux disques *Q* consécutifs, on trouvera donc les bandes *I*, *N*, *E*, *Z*, *E*, *N*, *I*. Le segment musculaire complet, compris entre les deux membranes *Z* qui le limitent, comprendra successivement : *Z*, *E*, *N*, *I*, *Q*, *Qh* avec *M*, *Q*, *I*, *N*, *E*, *Z* (fig. 2).

La substance claire qui forme *E* et *I* a des caractères opposés à ceux de la substance obscure qui compose la plus grande masse de *Q*. D'après Engelmann, Wagener (1883) et la plupart des auteurs, c'est à une diffé-

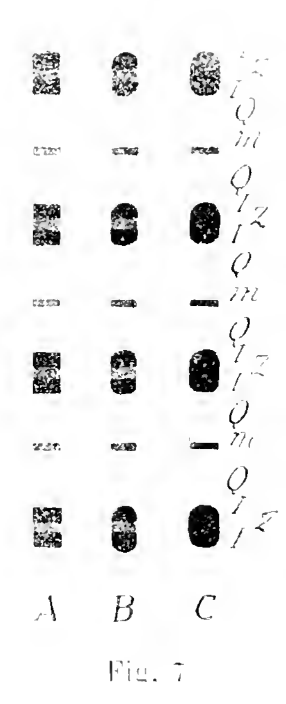


Fig. 7. — Figures demi-schématiques représentant des fibrilles colonnettes avec coloration positive de la substance isotrope (inversion de la coloration). *A*, *B*, *C*. Trois aspects différents. En *B* et *C* la membrane *Z* forme, avec les deux articles adjacents de substance isotrope *I*, *I*, des sortes de perles colorées simulant les disques *Q*. — *m*, membrane moyenne.

Dessinées d'après des préparations de Heidenhain (1901). Muscle cardiaque de l'Homme. Sublimé. Coloration double : thiazine rouge ou brune. Bleu de toluidine.

rence de densité qu'est due l'opposition des caractères de l'une et de l'autre. Si *E-I* paraît clair, isotrope, incolore, tandis que *Q* est sombre, anisotrope et colorable, cela tient à ce que le premier est peu dense, riche en eau, tandis que le second se distingue par sa densité et sa faible hydratation. La même différence explique, outre les caractères de l'aspect optique et de la coloration, un certain nombre de phénomènes d'observation que voici, d'après Heidenhain. *E-I* est plus extensible que *Q*. Par l'action de l'alcool, qui ratatine le protoplasma en le déshydratant, il se contracte plus fortement que *Q*, étant plus riche en eau, d'où résulte que les espaces interfibrillaires seront plus larges au niveau de *E-I* qu'à la hauteur de *Q*, et que *E-I* sera légèrement rétréci et excavé

dans le sens transversal. Après action de l'alcool, la résistance de *E-I* est moindre que celle de *Q*, ce qui explique d'après ROLLETT la décomposition de la fibre en disques de BOWMAN, la fente qui sépare ces disques les uns des autres passant par *E* ou par *I*. Par l'emploi de réactifs tels que les acides qui gonflent la substance musculaire, on obtient avec *Q* un gonflement bien plus considérable qu'avec *E-I* (qui est déjà plein d'eau). Enfin HEIDENHAIN (**1901**) a montré que par l'emploi de certaines teintures on pouvait réussir à colorer positivement la substance claire, à laquelle jusqu'à présent on n'avait attribué que des caractères négatifs (fig. 7).

D'après ces considérations, on peut penser que les caractères opposés des deux substances ont pour unique cause leur densité différente. L'aspect foncé de *Q* est dû à sa grande compacité ; l'aspect clair de *E-I* tient à sa richesse en eau. La forte coloration que prend *Q* n'est pas liée à l'existence d'une substance spécifiquement colorable (admise par MERKEL, RUTHERFORD, TOURNEUX), qui ferait défaut dans *E-I* et le rendrait incolorable ; mais elle provient de ce qu'il existe en *Q* beaucoup plus de matière colorable que dans *E-I*, qui n'en contient que des traces. Enfin la biréfringence même n'est pas propre à *Q* et ne tient pas à l'existence dans cet article d'une substance de structure cristalline particulière qui manquerait à *E-I* ; car, comme l'observe HEIDENHAIN, si l'on admet avec plusieurs auteurs que la biréfringence est fonction de la tension subie, on ne voit pas pourquoi *E-I*, qui éprouve la même tension que *Q*, faisant comme ce dernier partie de la fibrille musculaire, ne serait pas doué de biréfringence ; on doit dire plutôt que *I-E*, renfermant bien moins de substance anisotrope que *Q*, est beaucoup moins biréfringent que ce dernier, et l'est à un si faible degré que son caractère biréfringent échappe à l'observation.

Disque accessoire *N*.

Il reste à parler du disque accessoire (*Nebenscheibe*) d'ENGELMANN et des auteurs (disque *N* de ROLLETT, couche granuleuse de FLÖGEL). C'est un de ceux qui ont donné lieu aux plus nombreuses discussions. On en a nié l'existence, on en a soupçonné la constance, et on en a discuté l'interprétation.

KRAUSE (**1873-1876**) ne croyait pas à l'existence de *N*, qu'il attribuait à des granules du liquide interstitiel. ENGELMANN (**1871-1873**) ne l'a pas trouvé chez les Vertébrés. RETZIUS (**1890**) s'est refusé à y voir une partie intégrante des fibrilles musculaires et l'a considéré comme appartenant au sarcoplasme ; d'où la distinction de la substance isotrope en deux bandes *E* et *I* ne lui paraît pas fondée.

Cette opinion a été vivement combattue par ROLLETT (**1891**) et d'autres auteurs, pour lesquels *N* est une partie constitutive des fibrilles musculaires, sombre et biréfringente comme *Q* lui-même. Étant admise la participation de *N* à la constitution de la fibrille, qu'y représente-t-il ?

La plupart ont pensé, après Merkel, qu'il était une partie détachée de *Q*, ainsi que plusieurs faits semblent le prouver. C'est d'abord la similitude d'aspect de la substance qui forme ces deux disques : dense, sombre, biréfringente dans tous deux. La parenté de *Q* et de *N* paraît en outre montrée par ce fait qu'au moyen de l'alcool on décompose la fibre en disques qui peuvent contenir à la fois *Q* et *N*, les fentes de séparation passant par *E* et *E*. Ranvier (1880), qui a décrit minutieusement le disque *N* dans les muscles œsophagiens de la Blatte, H. Martin (1884), Nicolaides (1885) n'ont pu voir *N* que sur des fibres étendues, parce-qu'alors seulement il se sépare de *Q*, tandisque sur des fibres à demi-

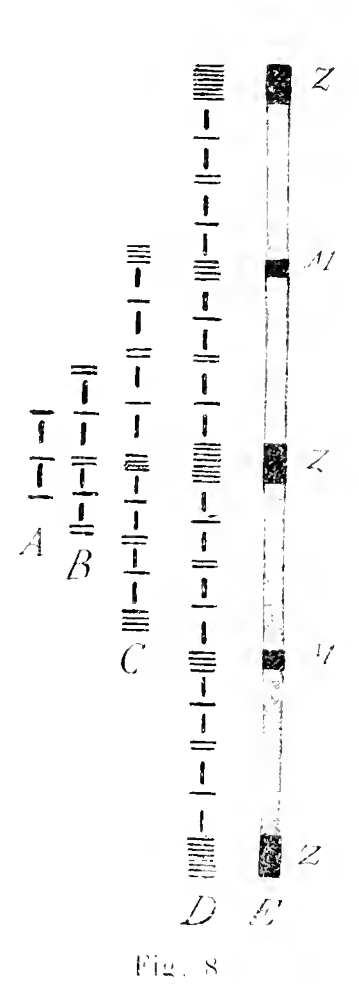


Fig. 8

Fig. 8. — Schémas représentant la structure moléculaire hypothétique de fibrilles musculaires en voie d'accroissement. D'après Heidenhain (1902).

contractées il s'en rapproche au point de se confondre avec lui. Ranvier a observé la grande variation du nombre et de la disposition des disques dont se compose l'élément *Q* : l'individualité de *N* serait un de ces cas particuliers. Renaut (1877) a au contraire voulu montrer que les disques *N* ne sont pas formés de la même substance que les articles *Q* et contractiles comme eux, mais qu'ils sont de même nature que *Z*. Pour cela, il a fixé en extension tétanique la patte d'un Cerf-volant, de façon que les disques superposés soient bien séparés les uns des autres et les fibres

comme déplissées. Dans ces conditions, une coloration par le picro-carmin montre que les disques anisotropes sont colorés en rose, les bandes isotropes en jaune; *Z* et *N* restent incolores et se présentent comme des rangées de granules brillants, si bien que *N* paraît être un disque accessoire de *Z*. Si l'on traite par l'acide formique ou acétique la préparation ainsi colorée, les anisotropes *Q* se décolorent et deviennent transparents ; *Z* et *N* prennent une coloration rouge, de sorte que chaque bande isotrope est traversée par trois rangées granuleuses rouges.

Dense, sombre, faiblement anisotrope et faiblement colorable, le disque *N* est, d'après ENGELMANN (**1873**), épais de 2 μ au plus; il est le plus souvent grenu : les granules dont il se compose ou bien sont très fins et disposés irrégulièrement, ou bien sont tous de même grosseur et distribués en une rangée régulière, où chacun d'eux correspond à une fibrille.

De l'exposé qui précède on doit conclure que la striation est due (au moins en partie) à deux sortes de stries. Les unes d'une part (*Z*, *M*) représentent des cloisons transversales, perpendiculaires à l'axe de la fibre, et sont sans doute des différenciations directes de la charpente cellulaire, du sarcoplasme, à laquelle elles se rattachent. D'autre part les autres (articles *Q*, *E-I* et peut-être *N*) sont typiquement des bâtonnets longitudinaux susceptibles de s'allonger et de se raccourcir selon l'axe de la fibre, et figurent des parties différenciées de la cellule, devenant des formations indépendantes de la charpente cellulaire et presque des enclaves [1].

HEIDENHAIN (**1902**) a schématisé la distinction de ces deux ordres de striation, en ramenant le schéma histologique de constitution de la fibrille musculaire à un diagramme d'accroissement moléculaire. Il suppose, comme hypothèse fondamentale, que la situation des molécules dans la substance musculaire striée correspond aux directions de tension maxima : le schéma de la constitution moléculaire qui, étant le plus simple, pourra servir de point de depart au développement ultérieur du muscle, sera donc celui de la fig. 8 *A*, dans lequel les molécules à direction longitudinale alterneraient régulièrement avec les molécules orientées transversalement. L'assimilation des molécules, l'accroissement qui en est la conséquence, leur division consécutive à leur accroissement, produiront successivement les états *B*, *C*, *D*. Le dernier se traduira objectivement par l'image *E*, dans laquelle l'observateur distinguera les bandes *Z* et *M* et entre elles les articles longitudinaux correspondant à *Q*, *E-I*. La comparaison des schémas *D* et *E* fait voir que, de toutes les stries transversales qui cloisonnent la fibrille musculaire, celles-là seules qui par les phénomènes d'assimilation, d'accroissement et de division ont pris le plus d'importance, deviendront visibles,

[1] La distinction de ces deux sortes de formations, notamment de *Z* et de *Q*, impossible à faire sur des préparations simplement colorées à l'hématoxyline ferrique, devient très frappante dans certaines conditions de coloration. On peut obtenir par exemple, dans le procédé courant Safranine — vert lumière, *Z* en rose et l'article *Q* en vert ; par l'emploi de l'hématoxyline ferrique avec éosine et vert lumière, *Z* est rouge, *Q* est noir ou vert selon le degré de différenciation.

les autres resteront au-dessous du seuil de l'observation. La régularité mathématique, avec laquelle alternent les stries d'une fibrille observée au microscope, n'est que l'image amplifiée et grossière d'une véritable métamérie protoplasmique, très fine et d'ordre moléculaire, qui échappe à notre investigation.

Une autre conclusion est que, en dehors de la distinction des deux sortes de stries faite plus haut, celle de substance claire et sombre, isotrope et anisotrpe, incolorable et colorable, n'a pas de valeur absolue, et tient seulement à une plus ou moins grande densité de la substance, à sa richesse plus ou moins grande en eau. Le caractère de la biréfringence même n'est pas absolu et ne permet pas d'opposer l'une à l'autre deux substances ; car il ne tient pas nécessairement à la structure cristalline dans l'une, et non dans l'autre ; il suffit, pour expliquer la biréfringence, d'admettre une tension de la substance musculaire selon l'axe de la fibre, tension qui peut être plus ou moins forte, et peut produire des articles doués d'une biréfringence plus ou moins parfaite.

V

BIBLIOTHÈQUE DU LABORATOIRE ARAGO

MÉMOIRES ET VOLUMES ISOLÉS

K (*Suite*)

Kölliker (A.). — Die Entwicklung der Keimblätter des Kaninchens, Leipzig, 1882.

Kölliker (A.). — Ueber die Chordahöhle und die Bildung der Chorda beim Kaninchen, Würzburg, 1883.

Kölliker (A.). — Zur Entwicklung des Auges und Geruchsorganes menschlicher Embryonen, Würzburg, 1883.

Kölliker (A.). — Das Karyoplasma und die Vererbung, eine Kritik der Weismann'schen Theorie von der Kontinuität des Keimplasma, 1886.

Kölliker (A.). — Der jetzige Stand der morphologischen Disciplinen mit Bezug auf allgemeine Fragen, Jena, 1887.

Kölliker (A.). — Nervenzellen und Nervenfasern. Rede zur Eröffnung der fünnften Versammlung der anatomischen Gesellschaft zu München 1891, Leipzig, 1892.

Köllicker (A.). — Ueber die feinere Anatomie und die physiologische Bedeutung des sympatischen Nervensystems, Vienne, 1894.

Kölliker (A.). — Der feinere Bau und die Functionen des sympatischen Nervensystems, Würzburg, 1894.

[1] Voir Notes et Revue, (3) Tome IX, n°s 2, 4, 5. (3) Tome X, n°s 2, 3, 6, 7. (4), Tome I, n°s 1, 2, 5, 8, 9. (4) Tome II, n°s 2, 4, 7, 8, 11. (4) Tome III, n° 1.

Kölliker (A.). — Die Energiden von v. Sachs im Lichte der Gewebelehre der Thiere, Würzburg, 1897.

Kölliker (A.). — Gegen die Annahme von Axencylindertropfen, Jena, 1898.

Kölliker (A.). — Ueber das Chiasma, Jena, 1899.

Kölliker (A.). — Ueber den Antheil der Chordascheide an der Bildung des Schädelgrundes der *Squalidæ*, Würzburg.

Kölliker (A.). — Kritische Bemerkungen zur Geschichte der Untersuchungen über die Scheiden der Chorda dorsalis.

Koren (J.) et D.-C. Danielssen. — Nye Alcyonider, Gorgonider og Pennatulider tilhorende Norges fauna, Bergen, 1883.

Korotneff (A.). — Sporozoen als Krankheitserreger, Berlin, 1893.

Korotneff (A.). — *Rhopalocephalus carcinomatosus* n. g. und sp. Kor. (Krebsparasit), Jena, 1893.

Korschelt (E.). — Ueber die Entwicklung von *Dreissena polymorpha* Pallas, Berlin, 1891.

Korschelt (E.) et K. Heider. — Lehrbuch der vergleichenden Entwicklungsgeschichte der wirbellosen Thiere, Jena, 1893.

Kostal (J.). — Contribution à l'étude de l'appareil copulateur dans le *Limacopsis cœrulans* Simroth, Prague, 1894.

Kowalewsky (A.). — Sur le développement des Cœlentérés, Moscou, 1873.

Kowalewsky (A.). — Observations sur le développement des Brachiopodes, Moscou, 1874.

Kowalevsky (A.). — Du développement des Actinies, Montpellier, 1875.

Kowalevsky (A.). — Ein Beitrag zur Kenntnis der Exkretionsorgane, Erlangen, 1889.

Kowalevsky (A.). — Ein Beitrag zur Kenntniss der Excretionsorgane der Pantopoden, Saint-Pétersbourg, 1892.

Kowalevsky (A.). — Etudes expérimentales sur les glandes lymphatiques des Invertébrés. (Communication préliminaire), Saint-Pétersbourg, 1894.

Kowalevsky (A.). — Etude sur l'anatomie de l'*Archaeobdella Esmontii* de O. Grimm, Saint-Pétersbourg, 1896.

Kowalevsky (A.). — Etude sur l'anatomie de l'*Acanthobdella peledina*, Saint-Pétersbourg, 1896.

Kowalevsky (A.). — Une nouvelle glande lymphatique chez le Scorpion d'Europe, Saint-Pétersbourg, 1897.

Kowalevsky (A.). — Etude biologique de l'*Haementeria costata* Müller, Saint-Pétersbourg, 1900.

Krabbe (H.). — Recherches helminthologiques en Danemark et en Islande, Paris, 1866.

Krausse (R.) et M. Philippson. — Recherches sur la structure de la corne antérieure de la mœlle du Lapin, Bruxelles, 1900.

Krohn (A.). — Beitrag zur nähern Kenntniss des Auges der Cephalopoden, Breslau, 1835.

KROHN (A.). — Nachträgliche Beobachtungen über den Bau des Auges der Cephalopoden, Breslau, 1842.

KROHN (A.). — Beiträge zur Entwickelungsgeschichte der Pteropoden und Heteropoden, Leipzig, 1860.

KROYER (H.). — Nogle Yderligere Bemærkninger i Anledning af *Liparis lineata*.

KRUKENBERG (FR.-W.). — Die Farbstoffe der Vogeleierschalen, Würzburg, 1883.

KRUKENBERG (FR.-W.). — Zur Verdauung bei den Fischen, Heidelberg.

KULAGIN (N.-M.). — Faune des Olygochètes de Russie, Moscou, 1886.

KULAGIN (N.-M.). — Sur le développement des Insectes parasitaires, Moscou, 1894.

KÜNCKEL D'HERCULAIS (J.). — Recherches sur l'organisation et le développement des Volucelles, Paris, 1875.

KÜNCKEL D'HERCULAIS (J.). — Recherches sur l'organisation et le développement des Diptères, Paris, 1881.

KÜNCKEL D'HERCULAIS (J.). — Les Acridiens et leurs invasions en Algérie, Alger et Paris, 1888-1894.

KÜNCKEL D'HERCULAIS (J.) et C. LANGLOIS. — Mœurs et métamorphoses de *Perilitas brevicollis* Haliday, Paris, 1891.

KÜNCKEL D'HERCULAIS (J.). — Invasions des Acridiens (vulgo) Sauterelles en Algérie, Alger, 1893.

KÜNCKEL D'HERCULAIS (J.). — Contribution à l'histoire naturelle des larves de Buprestides. La première larve de *Julodis onopordi* Fabr., Paris, 1893.

KÜNCKEL D'HERCULAIS (J.). — L'hypnodie chez les Cantharidiens, Paris, 1894.

KÜNCKEL D'HERCULAIS (J.). — Les merveilles de la nature. Les Crustacés, édition française, Paris.

KUPFFER (C.). — Das Verhältniss von Drüsennerven zu Drüsenzellen, Kiel, 1872.

KUPFFER (C.) et B. BENECKE. — Die ersten Entwicklungsvorgänge am Ei der Reptilien, Königsberg, 1878.

KWIETNIEWSKI (C.-R.). — *Actiniaria* von Ternate, Frankfurt a. M., 1897.

KYLE (H.-M.). — On the action of the Spurge (*Euphorbia hiberna*, L.) on salmonoid Fishes, London, 1901.

Paru le 15 Décembre 1904.

Les directeurs :

G. PRUVOT et E.-G. RACOVITZA.

Eug. Morieu, Imp.-Grav., 140, Boul. Raspail, Paris (6e). — Téléphone : 701-75

ARCHIVES

DE

ZOOLOGIE EXPÉRIMENTALE ET GÉNÉRALE

FONDÉES PAR

H. DE LACAZE-DUTHIERS

PUBLIÉES SOUS LA DIRECTION DE

G. PRUVOT
Chargé de Cours à la Sorbonne
Directeur du Laboratoire Arago

ET

E. G. RACOVITZA
Docteur ès sciences
Sous-Directeur du Laboratoire Arago

4e Série, T. III. NOTES ET REVUE 1904. N° 3

VI

SUR L'ORIENTATION AUDITIVE LATÉRALE

par Y. Delage

Membre de l'Institut, professeur à la Faculté des Sciences de Paris.

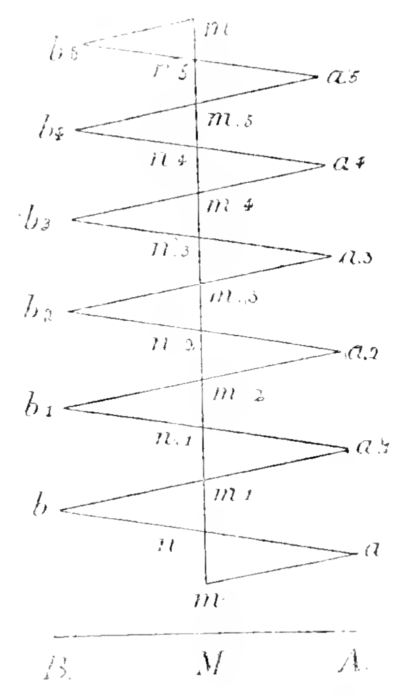
M. le Dr Bard, professeur de Clinique médicale à la Faculté de médecine de Genève, a publié récemment, dans la *Semaine Médicale* (n° du 28 Septembre 1904) et aussi aux Comptes Rendus de l'Académie des Sciences de Paris (n° du 17 Octobre 1904), une théorie de l'orientation auditive latérale. M'intéressant moi-même à cette question, j'ai lu avec soin ces articles et j'y ai trouvé une inexactitude que je crois d'autant plus utile de relever qu'elle porte sur le point fondamental de la théorie, celui qui sert de base à l'explication proposée.

L'article de la *Semaine Médicale* étant beaucoup plus détaillé que la note des Comptes Rendus, c'est au premier que nous nous référons principalement dans ce qui suit.

Reprenons la *figure 1* de ce mémoire (p. 308), en ajoutant seulement les lettres n, n_1, n_2, n_3, n_4, n_5, dont nous aurons besoin pour

désigner les points où les droites ba, b_1a_1, b_2a_2, b_3a_3, b_4a_4, b_5a_5, coupent l'axe de la figure.

[illegible] dit : « Dans chaque vibration complète, la moitié [illegible] direction d'arrivée de l'onde est plus longue que [illegible] », et, plus loin : « Par suite, la membrane élas-



tique influencée par l'onde sonore présente [illegible]... un faible déplacement général fixe dans le sens de la propagation [illegible]... ».

Examinons ces deux affirmations.

Il est vrai que pour employer la terminologie de l'auteur la *demi-amplitude d'aval*, man, est plus grande que la demi-amplitude d'*amont*, nbm_1, et ainsi des suivantes ayant des positions respectives semblables. Mais il n'en est ainsi que parce que M. Bard compare chaque demi-amplitude d'aval à la demi-amplitude d'amont *suivante* ; et, dans ce cas, la chose est évidente, puisque les oscillations vont en diminuant. Mais si M. Bard comparait chaque demi-amplitude d'aval à la demi-amplitude d'amont *précédente*, il constaterait l'inverse, celle-là étant plus petite que celle-ci :

On a, il est vrai :

$$man > nbm_1$$
$$m_1a_1n_1 > n_1b_1m_2$$
$$m_2a_2n_2 > n_2b_2m_3, \text{ etc. ;}$$

mais on a aussi :

$$nbm_1 > m_1a_1n_1$$
$$n_1b_1m_2 > m_2a_2n_2$$
$$n_2b_2m_3 > m_3a_3n_3, \text{ etc.}$$

Donc, ce qui est vrai, conformément à la théorie de M. Bard, quand on considère les segments $mabm_1$, $m_1a_1b_1m_2$, etc., devient faux quand on considère les segments nba_1n_1, $n_1b_1a_2n_2$, etc., qui sont des oscillations complètes au même titre que les précédents ; et même, c'est l'inverse qui se produit alors.

Si l'on part de m, il est vrai que la somme des demi-amplitudes d'aval est, après un nombre quelconque de vibrations complètes, un peu plus grand que la somme des demi-amplitudes d'amont : mais si l'on part de n, c'est l'inverse qui a lieu.

La différence a donc son origine dans la portion man du mouvement.

Cherchons d'abord ce que devient cette différence pendant la marche progressive du phénomène.

La molécule, partant de m, arrive en a et de a retourne en n. A ce moment, la somme des chemins d'aval est plus grande que la somme des chemins d'amont, puisque ceux-ci n'existent pas encore. *Cette différence* $2ma$ *est un maximum.* A partir de ce moment, elle va subir des décroissements et des accroissements alternatifs, sans jamais retrouver sa valeur première $2ma$.

Au point n_1, en effet, la différence $2ma$ s'est diminuée de $2bn$ et accrue de $2m_1a_1$ et comme $bn > m_1a_1$, la différence en n_1 est moindre qu'elle n'était en n. Et ce décroissement va aller en s'accentuant pendant toute la durée du phénomène.

D'autre part, nous sommes certains que la différence ne peut arriver à s'annuler tout-à-fait, car elle résulte de la soustraction d'un certain nombre d'éléments d'aval et d'un nombre égal d'éléments d'amont tous, individuellement, plus petits que les éléments d'aval correspondants.

La valeur de la différence finale ne peut-être appréciée intuitivement : nous voyons seulement qu'elle est comprise en $2ma$ et zéro. Mais l'analyse mathématique peut nous la donner.

Le mouvement du point m est, en somme, une oscillation pendulaire, à laquelle s'applique la formule du décrément logarithmique, que l'on peut écrire :

$$U = Ae^{-\alpha t} \sin \frac{\pi t}{2}$$

en appelant : U, la distance de la molécule au point m ; A, la distance maxima qu'atteindrait la molécule à l'extrémité de sa

course si, l'amortissement étant nul, elle conservait la même vitesse qu'au départ : c'est une longueur quelque peu plus grande que ma ; l, la base des logarithmes Népériens $= 2{,}718...$; α, une constante dépendant de la vitesse de l'amortissement : elle est ici très voisine de l'unité ; enfin, t est le temps, et la formule est disposée de manière à ce que l'unité de temps soit la durée d'un quart d'oscillation complète, c'est-à-dire le temps que met la molécule à aller m en a, ou de n en b, etc., tous ces temps étant égaux.

On voit que, pour tous les points m, n, m_1, n_1, etc., situés sur l'axe, t étant pair, $\sin \frac{\pi t}{2} = 0$ et l'on a : $U = 0$, ce qui était évident à priori.

Aux points tels que a, a_1, a_2, a_3, etc., ou b, b_1, b_2 b_3, etc., t étant impair, $\sin \frac{\pi t}{2} = \pm 1$, et l'on a : $U = \pm A e^{-\alpha t}$.

Aux points a, a_1, a_2, a_3, etc., $t = 1, 5, 9, 13, 17$, etc., et l'on a : $\sin \frac{\pi t}{2} = +1$ et $U = Ae^{-\alpha}$, $Ae^{-5\alpha}$, $Ae^{-9\alpha}$, etc., tandisqu'aux points b, b_1, b_2, b_3, etc., $t = 3, 7, 11, 15$, etc., et l'on a : $\sin \frac{\pi t}{2} = -1$ et $-U = Ae^{-3\alpha}$, $Ae^{-7\alpha}$, $Ae^{-11\alpha}$, etc.

Ces valeurs de $+U$ et $-U$ mesurent respectivement les distances des points a, a_1, a_2, et b, b_1, b_2, etc., à l'axe, et, pour avoir les demi-amplitudes d'aval ou d'amont, il suffit de les doubler, car du point a, le chemin man se compose de $ma + am = 2\,ma$, de même du point b, $bn + bm = 2\,bn$, et ainsi de suite.

La somme des demi-amplitudes d'aval est donc :

$$S = 2\,Ae^{-\alpha} + 2\,Ae^{-5\alpha} + 2\,Ae^{-9\alpha} + \text{etc...}$$

et celle des demi-amplitudes d'amont :

$$S' = 2\,Ae^{-3\alpha} + 2\,Ae^{-7\alpha} + 2\,Ae^{-11\alpha} + \text{etc...}$$

Ce sont deux progressions géométriques dont la raison est $e^{-4\alpha}$. La somme des termes est donc :

Pour la première : $S = \dfrac{2\,Ae^{-\alpha}}{1 - e^{-4\alpha}}$; et pour la seconde : $S' = \dfrac{2\,Ae^{-3\alpha}}{1 - e^{-4\alpha}}$

La différence $S - S' = \dfrac{2\,Ae^{-\alpha} - 2\,Ae^{-3\alpha}}{1 - e^{-4\alpha}}$

$$= 2\,A\,\frac{e^{-\alpha}\,(1 - e^{-2\alpha})}{1 - e^{-4\alpha}} = 2\,A\,\frac{e^{-\alpha}\,(1 - e^{-2\alpha})}{(1 + e^{-2\alpha})\,(1 - e^{-2\alpha})}$$

$$= 2\,A\,\frac{e^{-\alpha}}{1 + e^{-2\alpha}} = 2\,A\,\frac{\frac{1}{e^{\alpha}}}{1 + \frac{1}{e^{2\alpha}}} = 2\,A\,\frac{\frac{1}{e^{\alpha}}}{\frac{e^{2\alpha} + 1}{e^{2\alpha}}}$$

$$= 2\,A\,\frac{e^{2\alpha}}{e^{\alpha}\,(1 + e^{2\alpha})} = 2\,A\,\frac{e^{\alpha}}{1 + e^{2\alpha}}.$$

On voit que la somme des excès des segments d'aval sur les segments d'amont est plus petite que 2A.

On peut se faire une idée de sa valeur absolue, en remarquant que α peut être, sans grande erreur, égalé à l'unité. On a alors, en appelant D la différence entre la somme des demi-amplitudes d'aval et celle des demi-amplitudes d'amont :

$$D = 2\,A\,\frac{2{,}718}{1 + 2{,}718^2} = 2\,A\,\frac{1}{3{,}08}.$$

Et, comme A est un peu plus grand que ma, on a d'une manière, passablement approchée :

$$D = \frac{2\,ma}{3},$$

Comme cette différence était, au point n, après la première demi-amplitude man, égale à $2\,ma$, on voit qu'elle s'est réduite progressivement au tiers de sa valeur initiale.

Ainsi, par la continuation du phénomène, l'excès initial des demi-amplitudes positives sur les négatives se réduit peu à peu jusqu'au tiers de sa valeur primitive.

On voit aussi que, si la somme des demi-amplitudes d'aval ou positives l'emporte sur les négatives de $\frac{1}{3}$ de $2\,ma$, quand on les compte à partir de m; par contre, si l'on commence à compter à partir de n, la somme des demi-amplitudes négatives l'emporte sur celle des positives des $\frac{2}{3}$ de $2\,ma$; donc, d'une quantité double de la précédente.

De là résulte cette conséquence, d'ailleurs évidente sans calcul que, si la théorie de M. Bard était vraie, en supprimant la première demi-amplitude *man*, on changerait le sens du résultat : on donnerait au son une qualité nouvelle, par suite de laquelle il semblerait venir du côté opposé à celui d'où il vient en réalité !

Cette suppression ne paraît pas aisée expérimentalement, mais il est facile d'y suppléer en opérant sur des sons commençant par une demi-amplitude d'amont. De tels sons existent, et tout le monde en a entendu et en entend journellement.

Supposons une lame d'acier saisie entre les mâchoires d'un étau ; écartons-là de sa position de repos et abandonnons-la à elle-même ; elle va vibrer et produire un son. Pour l'observateur placé du côté où la lame s'est portée dans la première demi-oscillation, la première onde arrivant à l'oreille est une onde condensée ; c'est le cas de la figure de M. Bard et l'on doit, si sa théorie est vraie, entendre le son dans la direction vraie. Mais pour l'observateur placé du côté opposé, la première onde arrivant à l'oreille est une onde dilatée et le cas est le même que si, pour le premier observateur on supprimait la première demi amplitude d'aval ; en sorte que, si la théorie était vraie, l'observateur devrait avoir la sensation que le son vient du côté opposé.

Or, il n'en est rien.

Pour rendre l'expérience plus rigoureuse, on peut recueillir les ondes dans deux tubes placés de part et d'autre de la lame vibrante ; les ondes circulent dans ces tubes sans se mélanger à celles lancées dans d'autres directions ni être modifiées par elles. On peut aussi ajouter deux larges écrans qui écartent encore ces dernières. Bien entendu, le résultat n'est pas modifié.

Quelque chose de semblable se produirait quand une cloche sonne.

Lorsque le battant de la cloche frappe celle-ci en un point, il allonge le diamètre passant par ce point, et la circonférence de base se transforme en une ellipse dont le grand axe passe par le centre et le point frappé, le petit axe étant, naturellement, perpendiculaire au grand ; puis, le point frappé revient à sa position initiale et la base redevient ronde ; puis, il la dépasse en sens inverse et la base redevient elliptique à petit axe passant par le point frappé tandis que le grand axe prend la place du petit axe de la phase précédente, et ainsi de suite.

Donc, pour les observateurs placés dans la direction du coup

de marteau, le son commence par une demi-amplitude positive; mais pour ceux placés dans la direction perpendiculaire, il commence par une demi-amplitude négative. Ici encore, si la théorie de M. Bard était exacte, les premiers devraient attribuer au son sa direction vraie, tandis que les derniers croiraient l'entendre venir d'une direction opposée. Or on sait bien qu'il n'en est pas ainsi.

Cela montre que les différences sur lesquelles s'appuie M. Bard, entre les longueurs des demi-amplitudes positives et négatives : 1° sont insignifiantes; 2° sont relatives; 3° ne sauraient avoir les effets qu'il leur attribue.

Nous avons voulu suivre M. Bard sur le terrain où il a placé la discussion. Mais il importe de remarquer que, pour apprécier convenablement le phénomène qu'il invoque, il faudrait envisager, non les longueurs des demi-amplitudes, mais les forces vives qui agissent sur le tympan et qui ne sont pas mesurées, à chaque instant, par l'excès des longueurs d'aval sur celles d'amont.

VII

NOTES FAUNIQUES

par Paul Hallez
Professeur à la Faculté des Sciences de Lille.

Le nombre des travaux publiés sur la faune marine du Boulonnais est si considérable qu'on pourrait croire qu'aucune espèce n'a pu échapper aux investigations des zoologistes. Mais, outre que des espèces peuvent apparaître brusquement, comme *Campanularia caliculata* Hincks cité par Giard[1] et qui, depuis son apparition, semble prospérer dans le détroit, puisque je l'ai retrouvée dans mes dragages.; il en est d'autres qui, ne vivant que dans les fonds de 30 à 60 mètres, ont pu échapper jusqu'à maintenant. Voici, à titre de documents, une liste d'espèces que j'ai recueillies et dont l'existence, dans le détroit, n'a pas encore été signalée à ma connaissance.

Porifères

Topsent[2] a étudié à la station zoologique du Portel les spongiaires que les dragues lui apportaient presque journellement, et il a donné une liste de 73 espèces.

Depuis j'ai trouvé :

Dendoryx Dickiei Bow. Dragué sur le Muroquoi.

Raspailia pumila Bow. Dragué sur le Roc d'Angleterre.

Vibulinus stuposus Mont. Divers dragages. Commun.

Terpios fugax Duch. et Mich. Dragué sur le Creux de Lobourg. Sur *Sertularia abietina* et avec les Bryozoaires qui l'envahissent presque toujours et la colorent en jaune vif.

CNIDAIRES

Aux listes des Hydraires publiées par le regretté M. BÉTENCOURT [3], par GIARD [4], et par moi-même [5], il convient d'ajouter :

Tubularia larynx Ell. et Sol. Trouvée dans un dragage et fixée sur une touffe de *Tubularia indivisa* Linné.

Podocoryne carnea Sars. Avec gonophores en septembre. Couvrant une partie de la carapace d'un *Stenorhynchus rostratus* Linné. Le reste de la carapace et une partie des pattes étaient envahis par un *Astellium*.

Bougainvillia ramosa van Beneden. Fortes touffes, hautes de 5 centimètres, fixées à la base de colonies de *Sertularia argentea* Ell. et Sol, qu'elles recouvraient en partie, présentant une active stolonisation, parasitées par *Phoxichilidium*, et ayant donné des Méduses libres dans les bacs de la station zoologique du Portel. Dragages.

Halecium plumosum Hincks. Dragué sur l'Huitrière.

Salacia abietina Sars. Dragages.

Je signale, en outre, l'extrême abondance, tout à fait anormale, de *Zygodactyla vitrina* Agassiz pendant les mois d'août et septembre 1904. Tandis qu'ordinairement, les pêches pélagiques n'en ramènent que quelques rares exemplaires, nous aurions pu en recueillir plusieurs centaines certains jours, aussi bien dans le port en eau profonde qu'au large. Déjà l'année dernière, ces Méduses étaient plus nombreuses qu'elles ne le sont ordinairement.

A la liste connue des Actiniaires [6], j'ajouterai :

Adamsia palliata Johnston. J'ai trouvé cette espèce pour la première fois cette année dans deux dragages effectués le 2 et le 5 septembre sur le banc des Platiers et à 6 milles au large par Equihen et Hardelot, c'est-à-dire à peu près dans les mêmes parages à quelques milles près. Presque tous les Pagures provenant de ces deux dragages portaient une *Adamsia*. Les nombreux Bernards pris en

tout autre point étaient, comme d'habitude, dépourvus d'*Adamsia*. Il faut croire que l'apparition de cette actinie dans les eaux boulonnaises est toute récente, car depuis 16 ans que je fais des dragages sur ces mêmes points de nos côtes, dragages qui m'ont rapporté des milliers de Pagures, c'est la première fois que je rencontre ceux-ci avec leur commensal. Il n'est pas impossible que l'*Adamsia* ait été semée là par quelque chalutier à vapeur qui y aura vidé ses fonds de chalut. Ces bateaux font maintenant la pêche dans des points très éloignés de leur port d'attache. Il y a là un moyen de dissémination dont il faut tenir compte. D'ailleurs, l'*Adamsia* est connue depuis la Méditerranée jusqu'à la mer du Nord. Elle a été signalée sur plusieurs points de la côte anglaise.

L'*Adamsia* boulonnaise répond à la description de la variété *Rhodopis* Gosse. Toutefois les taches rouges de la face inférieure et le liseré circumbuccal sont plus pâles.

Les coquilles sur lesquelles elle était fixée sont : *Trochus zizyphinus*, *Trochus magus*, *Buccinum undatum*, *Murex erinaceus*, *Natica Alderi*.

Anthea cereus Ell. et Sol. Variété *smaragdina* Gosse. Dragages. Rare.

Corynactis viridis Allman. Creux de Lobourg et Muroquoi. Nombreux exemplaires sur les pierres où l'on en trouve, mais ces pierres ne sont pas communes.

Sagartia rosea Gosse. Dragages. Assez rare.

Je signale en outre un exemplaire d'*Actinia equina* Linné, trouvé à la côte et pourvu de deux bouches entourées d'une seule couronne de tentacules.

Bryozoaires

J'en ai déjà signalé 128 espèces dans le détroit[7]. Depuis j'ai trouvé :

Idmonea serpens Linné. Belles colonies purpurines sur *Sertularia abietina*. Dragages.

Flustrella hispida Fabricius. Port en eau profonde.

Cylindrœcium dilatatum Hincks. Les Platiers.

Polyclades

Je n'ai rien à ajouter au Catalogue[8] que j'ai publié, si ce n'est que j'ai trouvé, depuis sa publication, de grands exemplaires de *Cyclo-*

porus maculatus P. Hall., mesurant 2 centimètres de long sur 1 centimètre de large. Ces individus de grande taille possèdent des papilles dorsales comme *Cycloporus papillosus* Lang. Ces papilles sont blanches comme les taches dorsales des individus de moindre taille dont j'ai donné la description. Les papilles de l'espèce méditerranéenne sont ordinairement rouges, mais parfois aussi jaunes ou blanches. Les deux espèces se ressemblent donc encore plus qu'il ne m'avait semblé d'abord. Les papilles ne font leur apparition que lorsque l'animal est tout à fait adulte. Les individus non adultes correspondent à la variété *levigatus* de Lang. Les seules différences entre l'espèce méditerranéenne et celle du Portel résident dans la forme du pénis et la disposition des yeux ; elles sont donc peu importantes. J'ai trouvé les grands exemplaires papillifères au fort de l'Heurt du Portel sur des *Botrylloides*.

Mollusques

A la très longue liste des Mollusques marins du Boulonnais, je puis ajouter :

Trophon Barvicensis Johnston. Dragages.

Eolis despecta Johnston. Sur les *Obelia flabellata* fixées sur *Donax vittatus* du port en eau profonde. Ponte observée en août et septembre.

Astarte costata da Costa. Un seul exemplaire. Dragages.

Echinodermes

Echinus acutus Lamarck. Dragué aux Platiens. Un seul exemplaire. La détermination de cette espèce est facilitée par un travail précis de Kœhler [2] donnant les caractères différentiels des *Echinus melo* et *acutus* qui ont été souvent confondus.

Pantopodes

La liste des Pantopodes du Portel a été dressée par M. Dantan, actuellement préparateur au Muséum d'histoire naturelle de Paris ; la voici :

Ammothea echinata Hodge. Très abondant.

Ammothea longipes Hodge.

Pallene brevirostris Johnston.

Phoxichilidium femoratum Rathke. Très abondant.

Phoxichilidium virescens Hodge. Très abondant.

Pygnogonum littorale Stroem. Très abondant.
Nymphon gracile Leach. Très abondant.
Nymphon gallium Hoek.

Cirripèdes et Kentrogonides

Pollicipes cornucopia Leach. Très rare. Dans un dragage sur les Ridens. Il est connu sur les côtes de Bretagne. Darwin le cite en Angleterre, en Irlande, en Écosse.

Balanus tintinnabulum Linné. Variété *coccopoma* Darwin. Ramassés vivants sur la plage de Dunkerque par M. Lemaire, et tapissant la coque d'un navire venant de l'Océan Indien.

Balanus tintinnabulum Linné, variété *zebra* Darwin. Trouvé dans le port de Boulogne où il a été sans doute transporté par quelque navire.

J'ai, dans ma collection quelques spécimens de *Sacculina* qui offrent un certain intérêt au point de vue de la biologie de ce parasite.

1° Un jeune *Carcinus mœnas* ♂ qui porte deux Sacculines à peu près de même âge et encore jeunes; une est fixée au second anneau abdominal et l'autre entre le pénultième et l'antépénultième segment; toutes deux sur la ligne médiane.

2° Un *Carcinus mœnas* ♂ tout à fait adulte porteur d'une grosse Sacculine.

3° et 4° Un *Portunus depurator* ♂ jeune et un *Inachus* indéterminable à cause des nombreux spongiaires fixés sur sa carapace, et portant chacun une Sacculine.

Décapodes

Eupagurus cuanensis Thompson. Cette espèce est signalée sur les côtes de Norwège, d'Angleterre, de Bretagne, à Jersey, au cap Breton dans les Landes, dans la Méditerranée. Chevreux et Bonnier l'ont trouvée à la Grande Canarie. Son absence dans les eaux boulonnaises pouvait paraître singulière. Sans y être commune, cette espèce se rencontre par-ci par-là dans les dragages par des fonds de 10 à 40 mètres. Ce n'est pas une espèce côtière. Habite de préférence la coquille de *Murex erinaceus*.

Eupagurus Hyndmanni Tompson. Se rencontre comme le précédent de temps en temps dans les dragages, principalement dans les parties des Ridens et des Platiers qui sont couvertes de Mélobésies.

Habite ordinairement les coquilles de *Natica Alderi* et de *Turritella terebra*.

Galathea nexa Embleton. Dans les dragages. Rare.

Poissons

Le professeur Guitel qui connaît si bien le curieux genre *Lepadogaster* a bien voulu déterminer les individus que j'avais recueillis dans mes dragages. Il a reconnu :

Lepadogaster bimaculatus Pennant. J'avais déjà cité cette espèce aux Platiers. Elle n'est pas rare.

Lepadogaster Candolli Risso. Dragué par 46 mètres.

INDEX BIBLIOGRAPHIQUE

1 Giard. Sur l'éthologie de Campanularia caliculata Hincks (*C. R. Soc. de Biologie*, 8 janvier 1898).

2 Topsent. Étude sur la faune des spongiaires du Pas-de-Calais, suivie d'une application de la nomenclature actuelle à la Monographie de Bowerbank. *Rev. biol. du Nord*, t. VII, 1894.

3 Bétencourt. Les Hydraires du Pas-de-Calais. (*Bulletin scientifique*, t. XIX, 1888).

4 Giard. Coup d'œil sur la faune du Boulonnais. *Volume publié par la ville de Boulogne-sur-Mer à l'occasion du XXVIIIe Congrès de l'Assoc. française pour l'avancement des Sciences*, 1899.

5 Hallez. *Revue biologique du Nord*, t. II et III, 1885-1886.

6 Hallez. Liste des Anémones draguées dans les eaux boulonnaises. (*Rev. biol. du Nord*, t. II, 1889)

Giard. *loc. cit.* 1899.

7 Hallez. Dragages effectués dans le Pas-de-Calais. III. Les Platiers. *Rev. biol.* t. II, 1889.

Additions à la liste des Bryozoaires du Boulonnais. *Rev. biol.* t. IV, 1891

2e supplément à la liste des Bryozoaires du Boulonnais. *Rev. biol.* t. V, 1892.

8 P. Hallez. Catalogue des Rhabdocœlides, Triclades et Polyclades du Nord de la France.

2e édition, 1894. *Mém. soc. des Sc. de Lille*.

9 R. Kœhler. Notes échinologiques. *Rev. biolog.*, t. VII, 1895, p. 334.

REVUES CRITIQUES

VIII

QUESTIONS RELATIVES AUX CELLULES MUSCULAIRES

par A. Prenant
Professeur à l'Université de Nancy

IV. — La Substance musculaire

§ 2

THÉORIES DE LA STRUCTURE DE LA SUBSTANCE MUSCULAIRE

1° — Théorie alvéolo-fibrillaire.

L'article précédent a fait connaître les détails de la structure compliquée que présente la substance musculaire dans les fibres musculaires striées.

Négligeant à présent les détails, on peut se faire de cette structure une idée d'ensemble, telle que celle que Heidenhain (1899) a exposée. Dans cette manière de voir, la striation est due à deux principes de constitution.

L'un de ces principes de constitution est la structure fibrillaire de la substance musculaire. C'est à lui que cette substance est redevable de sa décomposition en filaments longitudinaux, de sa striation longitudinale constante dans toute cellule musculaire. C'est à la structure de ces filaments à leur tour, que sont dues bon nombre de particularités de la striation transversale, bon nombre de ces stries transversales qui ont été décrites précédemment. Quelle est la signification de ces stries? Sont-elles dues à l'alternance, dans chaque fibrille, de parties, d'articles, de nature différente, les uns sombres, biréfringents, colorables, les autres, clairs, monoréfringents, non colorables? Sont-elles dues à l'existence dans les articles de la première sorte d'une substance qui manquerait à ceux de la seconde catégorie? Sont-elles, au contraire, produites par de simples différences de degré, par la présence en quantité très inégale dans les uns et les autres articles, d'une même substance, partout sombre, biréfringente, colorable? Autrement dit, la différence entre les deux sortes d'articles est-elle qualitative ou simplement quantitative? La seconde opinion, défendue par Wagener, Kölliker, Retzius, Heidenhain, paraît plus acceptable. Elle conclut à l'identité primitive de nature dans la matière qui forme une fibrille musculaire tout entière, qu'on peut considérer comme un filament plasmatique continu, dont la substance a pris, le long de la fibrille, successivement et d'une manière régulièrement alternante, des caractères différents : tour à tour pauvre et riche en eau, dense et

[1] Voir Notes et Revue, [3] Tome I, nos 3, 4, 5, 6, 7 [4] Tome II, nos 6 7, 4, 8 et [4] Tome III, no 2.

peu dense, et par suite tour à tour sombre ou claire, colorable ou peu colorable, biréfringente ou si peu biréfringente qu'elle paraît monoréfringente.

Le second principe de constitution, qui a pour conséquence une striation de la substance musculaire, est ce que HEIDENHAIN nomme l'architectonique (architecture) de la substance musculaire. Cette architecture doit d'abord être la reproduction de celle d'une substance cellulaire quelconque; en outre, elle doit emprunter un caractère particulier à la spécialisation même de la substance musculaire et au rôle physiologique qu'elle a à remplir.

C'est un caractère général de structure, que là où existent des fibres longitudinales, il y ait aussi des anastomoses transversales entre les éléments de structure longitudinaux. Il en est ainsi pour certains protoplasmas, et aussi pour certains tissus (aponévroses, téguments, os), où les fibres longitudinales sont croisées par des fibres transversales qui leur servent mécaniquement d'anastomoses. La substance musculaire, par certaines de ses stries transversales, qui ont la valeur d'anastomoses horizontales, ne fait ainsi que rentrer dans la règle générale. (RANVIER **1880**, HASWELL **1889**, HEIDENHAIN **1899**, **1901**). La membrane Z est une cloison transversale et une anastomose horizontale de ce genre. Elle segmente les fibrilles musculaires, dont elle réunit en même temps les segments; elle produit une véritable métamérie protoplasmique de l'élément musculaire. Elle représente, dans cet élément, la charpente cytoplasmique et ses microsomes. C'est là ce que HEIDENHAIN appelle le postulat histologique, qui exige de la cellule musculaire un plan fondamental de structure, une architecture, conforme à la règle.

Ce postulat histologique n'est autre, d'ailleurs, qu'un postulat mécanique que RANVIER (**1880**) avait invoqué. Les fibrilles, dans le muscle comme dans l'os, l'aponévrose et ailleurs, sont le produit d'une cause mécanique; dans le muscle, c'est la pression que la substance musculaire éprouve par le fait de sa contraction, de son raccourcissement. Les fibrilles sont orientées dans le muscle comme ailleurs suivant la direction générale des forces auxquelles elles sont soumises; mais leur parallélisme ne peut subsister qu'à la condition que ces forces soient dirigées rigoureusement suivant l'axe des fibrilles. L'obliquité la plus légère des forces mises en jeu lors de la contraction produirait une composante normale à la direction des fibrilles, dont l'effet serait d'écarter celles-ci et de détruire leur faisceau.

Au point de vue physiologique, les anastomoses transversales paraissent nécessaires aussi. Leur présence a pour résultat de rendre les fibrilles synergiques dans la contraction musculaire et aussi d'empêcher un déplacement réciproque des fibrilles lors des contractions extrêmes, qui peuvent aller jusqu'à raccourcir la fibre des 9/10 de sa longueur. D'autre part, ces anastomoses, alors même qu'elles cloisonneraient réellement la fibrille et la diviseraient en cases ou segments superposés, si elles

permettent la contraction isolée de l'un de ces segments, n'entravent pas par contre la contraction totale de la fibrille tout entière.

HEIDENHAIN admet enfin un postulat génétique. Les fibrilles naissant isolées les unes des autres, on ne peut comprendre comment leurs articles transversaux se produisent toutes dans un même plan horizontal, si elles ne sont pas reliées par des anastomoses transversales. BATAILLON (1891) a fourni un argument embryologique tendant à prouver que Z est d'une autre nature que les fibrilles; en étudiant le développement des muscles chez des larves de Phryganes, il a vu que les travées transversales du réseau (c'est-à-dire les membranes Z) se développent avant les fibrilles.

Pour toutes ces raisons, HEIDENHAIN déclare nécessaire l'existence de ces anastomoses, qui sont des membranes transversales de la fibre. Il reconnaît comme ayant cette signification structurale, non seulement le disque Z, que presque tous les auteurs à la suite de KRAUSE et de MERKEL ont ainsi interprété, mais encore la bande *M* et la cloison limitante de TOURNEUX.

C'est au nom du même principe de constitution architecturale de la substance musculaire que HEIDENHAIN, après avoir établi l'existence nécessaire d'anastomoses transversales entre les fibrilles, réclame aussi la présence d'anastomoses longitudinales. S'inspirant de la structure alvéolaire du protoplasma, il pense qu'il doit exister, entre les membranes transversales qui unissent les fibrilles, des membranes longitudinales par lesquelles elles se relient suivant l'axe de la fibre les unes aux autres, de façon que l'ensemble représente un système alvéolaire, dont les fibrilles ne sont que des travées longitudinales, épaissies et différenciées. Il a vu, en effet, sur la coupe transversale des fibres musculaires, se détacher des fibrilles (ou des colonnettes) de fins filaments, qui donnent à la section de la fibrille une forme étoilée. Ce sont là, d'après lui, les coupes de lamelles longitudinales très délicates qui unissent les fibrilles entre elles.

Les faits exposés ci-dessus conduisent nécessairement à l'établissement d'une théorie de la structure de la substance musculaire striée, qu'on peut appeler théorie fibrillaire, puisqu'elle place au premier rang la constitution fibrillaire du muscle. Cette théorie fibrillaire devient une théorie alvéolo ou réticulo-fibrillaire, dès qu'on admet que la constitution fibrillaire n'est que le résultat de la différenciation d'une structure cellulaire fondamentale, réticulaire ou alvéolaire, et qu'on reconnaît dans l'élément musculaire définitif, outre les fibrilles, une charpente cellulaire de forme réticulée ou alvéolaire. Cette théorie *alvéolo-* ou *réticulo-fibrillaire*, faite ainsi de la combinaison de deux principes de structure, paraît actuellement la plus satisfaisante. Si l'on supprime un de ces principes, on obtient, selon que la suppression porte sur l'un ou l'autre, la *théorie fibrillaire* et la *théorie réticulaire*, dont il sera question plus loin.

Ce sont là trois conceptions équivalentes de la structure musculaire. Mais ces trois conceptions ne sont pas les premières en date. Elles ont

été précédées par plusieurs théories, dont notamment la théorie alvéolo-fibrillaire a beaucoup profité, empruntant quelque chose à chacune d'elles. Je dois rappeler brièvement ici ces théories anciennes.

Théories anciennes

Théorie de la case musculaire.

Dans cette théorie bien connue, fondée par Krause (1869), les membranes Z partagent la fibrille en segments superposés, dont chacun est un élément de structure du muscle. La théorie alvéolo-fibrillaire, comme on l'a vu, a recueilli cette donnée même sous sa forme la plus exagérée. De ce segment musculaire, Krause en effet, et les auteurs qui l'ont suivi, ont fait un compartiment fermé, une case musculaire, d'où le nom de *théorie de la case musculaire* qu'a pris leur manière de voir. Chaque case a la forme d'un petit prisme, limité par des parois basales et par des parois latérales (fig. 1). Les parois basales sont formées par les membranes Z, soit qu'une seule et même membrane serve de base commune à deux cases successives, soit (si l'on admet avec Merkel et d'autres, le dédoublement de Z) que chaque case puisse avoir sa base propre. Les parois

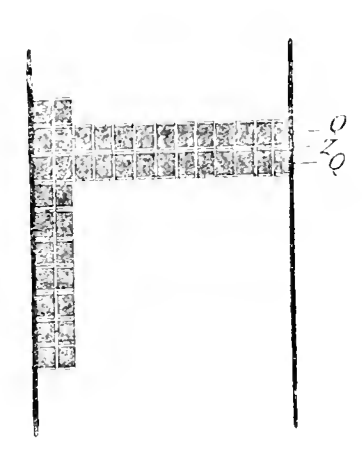


Fig. 1. — Schéma de la case musculaire d'après Krause. Q, article Q. — Z, membrane Z (Emprunté à Heidenhain (1899).

latérales des cases sont constituées par les membranes latérales; celles-ci (dont l'existence est, comme on l'a vu p. cxxxii, contestée par plusieurs auteurs) se montreraient sur la coupe transversale comme un réseau linéaire circonscrivant le contour de la fibrille ou de la colonnette, et se présenteraient en coupe longitudinale, et après action de l'acide acétique, sous l'aspect de lignes sombres. Le contenu de chaque case est formé par le prisme musculaire biréfringent Q, recouvert sur ses deux bases terminales par la substance monoréfringente. Chaque case est un compartiment complètement indépendant et la fibrille musculaire n'est qu'un multiple de cases musculaires successives. Dans l'étude des phénomènes de la contraction, il ne sera donc pas nécessaire d'examiner ce qui se

passe sur toute la longueur d'une fibrille, mais il suffira d'étudier la contraction d'un des segments, d'une des unités de la case musculaire.

Les dimensions des cases musculaires varient du reste, selon les fibres. D'après Krause (1869), elles caractérisent différents modes de contraction; les cases musculaires seraient d'autant plus basses que la contraction est plus rapide. Engelmann a montré que ces différences étaient caractéristiques, non pas d'espèces physiologiquement différentes de cellules musculaires, mais de cellules musculaires appartenant à des espèces animales distinctes; par des mensurations très précises il a constaté que la distance entre deux disques Z varie dans des limites très étendues (de 3 μ chez les Vertébrés à 17 μ chez les Arthropodes) et que ces différences ne suivent pas la loi physiologique générale indiquée par Krause; car chez les Insectes, dont les muscles moteurs des ailes se meuvent avec une rapidité extraordinaire, la hauteur des cases est très grande, tandis que chez la Tortue, dont les mouvements sont si lents, elle est, au contraire, très faible. Nasse (1872-1882) a maintenu le principe de Krause qui se vérifie, dit-il, pourvu qu'on compare entre eux des muscles appartenant à une même espèce animale; dans ces divers muscles la hauteur des compartiments musculaires est d'autant plus faible que la contraction est plus rapide.

Telle est la théorie de la case musculaire, telle que son fondateur Krause l'a établie.

Elle est, semble-t-il, parfaitement conciliable avec la théorie fibrillaire; la présence de segments ou même de cases fermées et l'existence de fibrilles ne s'excluent pas. Ranvier (1880) a toutefois fait remarquer que si l'on admet la divisibilité indéfinie des fibrilles dans le sens longitudinal, les cases n'ont plus de raison d'être, puisque leur épaisseur diminue ainsi indéfiniment. Malgré cette difficulté, la plupart des partisans de la théorie fibrillaire (Merkel 1872, Sachs 1872, Wagener 1872, Tourneux 1892 et d'autres) lui ont adjointe en même temps celle de la case musculaire comme un complément utile, qui devient meme indispensable quand il s'agit d'expliquer le phénomène de la contraction musculaire. La théorie fibrillaire modifiée, devenue alvéolo-fibrillaire, n'est à son tour en partie qu'une forme de la théorie de la case, puisque les parois basales des cases (membranes Z) ne sont que des travées horizontales de la charpente alvéolaire; c'est ce qu'ont dit par exemple, Schipiloff et Danileswki (1881), pour qui le système des cases musculaires représente la charpente de la substance musculaire, imprégnée de lécithine et pour cette raison biréfringente.

Amici (1858), Engelmann (1881), Renaut ont fourni un argument intéressant en faveur de la réalité de la case musculaire; il s'agit du mode de terminaison de la fibre musculaire au niveau du tendon. A l'extrémité tendineuse de la fibre musculaire, Engelmann a vu celle-ci se terminer toujours par de la substance isotrope et dans cette substance a trouvé encore le disque accessoire N: il en conclut que c'est un disque Z qui devrait se trouver à la place du tendon tout à fait au bout de la fibre et

que par suite la partie comprise entre deux Z, c'est-à-dire la case musculaire, représente le véritable élément du muscle. Amici et Renaut ont constaté que la terminaison tendineuse du muscle se faisait par un disque Z. Ranvier (1890, 1890) aurait observé, au contraire, sur les fibres ramifiées de la membrane rétrolinguale de la Grenouille, que les fines fibrilles qui résultent de la ramification se terminent par un petit bouton hémisphérique correspondant au disque Q. Cette question sera examinée avec plus de détails, dans un article ultérieur, consacré au mode d'insertion des fibres musculaires.

La théorie de la case musculaire a subi plusieurs modifications; elle offre plusieurs modalités dont voici les principales.

Merkel a compliqué sur deux points le schéma de Krause. Il a admis, avec Sachs, que la membrane basale du segment musculaire n'est pas simple, mais double, et se divise en deux plaques (*End- Schlussplatten*, *Endscheiben*), réunies par une substance cimentante intermédiaire. Il a considéré aussi le disque M comme une cloison séparatrice, de telle sorte que la case musculaire de Krause est divisée en deux demi-cases, contenant chacune une moitié de la substance anisotrope et de la substance isotrope.

La théorie de la case musculaire a pris avec E. A. Schafer (1891) une forme un peu nouvelle, plus différente en apparence qu'en réalité de la forme primitive. L'élément du muscle est le « sarcomère » (case musculaire) (fig. 2). Il est limité extérieurement par une enveloppe élastique et

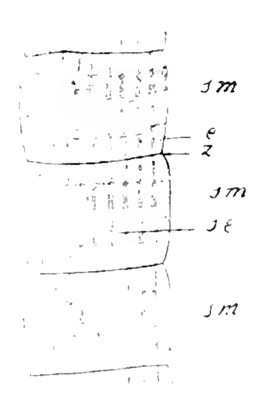


Fig. 2

Fig. 2. — Schema de E. A. Schafer (*sarcomeres et sarcostyles*).

D'apres une fibrille musculaire des ailes de *Vespa*. Trois sarcomeres *sm*, formant par leur fusion longitudinale une portion d'un sarcostyle, séparés par les membranes Z attachées a l'enveloppe C, et contenant chacun un sarcous element *se*, perforé de petits tubes longitudinaux (1891) × 2300.

à ses extrémités par la membrane Z. Chaque sarcomère contient un « prisme musculaire » ou « sarcous element », Q, plongeant dans un espace clair que remplit une substance hyaline, semi-liquide, la substance isotrope des auteurs. Le sarcous element est creusé de canalicules dans

lesquels la substance semi-liquide pénètre plus ou moins abondamment, ce qui permet à l'auteur d'expliquer la contraction. Les sarcomères, unis à leur extrémité, forment des tiges longitudinales, les « sarcostyles » (fibrilles ou colonnettes des auteurs) que le sarcoplasme sépare les unes des autres. MAC DOUGALL (1898) a admis, d'une façon analogue, que le muscle est composé de sarcostyles (fibrilles) consistant chacun en une serie longitudinale de segments fermés par des septa complets, les « *sarcomères* », dont chacun est à son tour subdivisé en 4 compartiments par trois membranes transversales. Bien que la manière de voir de SCHAFER et de MAC DOUGALL soit la forme la plus absolue qu'ait prise la théorie de la case musculaire, on voit qu'elle tient encore largement compte de la notion des fibrilles.

Théories du sarcous element, du bâtonnet musculaire et des disdiaclastes.

Elles consistent à admettre que l'élément de la substance musculaire est un prisme ou bâtonnet musculaire, plongé dans une substance amorphe. Cette conception offre avec la théorie fibrillaire (alvéolo-fibrillaire) des connexions analogues à celles de la théorie précédente. BOWMAN, le fondateur de la théorie, et plusieurs autres depuis, n'ont pas nié l'union longitudinale des bâtonnets en filaments, qui ne sont autres que les fibrilles. D'autre part, la théorie fibrillaire comporte l'existence du bâtonnet musculaire (article *Q*) comme élément indispensable.

La théorie de BOWMAN est trop connue pour qu'il soit nécessaire de la rappeler ici. Remarquons seulement, avec HEIDENHAIN, que pour BOWMAN (1840, 1841) les filaments longitudinaux qui unissent les sarcous elemens ne sont pas des produits artificiels, comme on le lui a fait dire à tort, mais de véritables fibrilles alternant avec les sarcous éléments. C'est seulement plus tard (1844) que BOWMAN a abandonné l'idée de fibrilles naturelles préexistantes, et les a regardées aussi bien que les disques, comme des produits artificiels. RENAUT (1843), LEYDIG (1857), HAECKEL (1857), MUNK (1853), MARGO (1859), REISER (1860), HEITZMANN (1873), (cités par HEIDENHAIN), ont aussi ramené la substance musculaire à des elements qui, bien qu'unis dans le sens longitudinal et transversal, de façon à produire l'apparence de fibrilles et de disques, ne sont pas néanmoins des parties constitutives de fibrilles réelles.

La théorie de l'élément musculaire indépendant, grâce à des analyses plus minutieuses des caractères du sarcous élément, a conduit A. SCHAFER (1873) à la notion du « bâtonnet musculaire ». L'auteur trouve, dans la bande claire des fibres des pattes du Dytique, deux séries transversales de granules sombres, dans la bande sombre *Q* des bâtonnets dirigés longitudinalement, qu'il appelle bâtonnets musculaires. Chaque bâtonnet se compose d'une tige et de deux extrémités renflées en tête; celles-ci ne sont autre chose que les grains sombres de la bande claire. L'augmentation des têtes ne peut se faire qu'aux dépens de la tige, et réciproquement; de là, l'état de repos et l'état de contraction de la substance musculaire. Les bâtonnets, par leur juxtaposition produisent l'illusion

d'une striation fibrillaire; mais les fibrilles n'existent pas. Les deux rangées de têtes ou grains sombres, de la bande claire, ne sont autres que les deux disques terminaux de MERKEL (Z); il n'y a donc pas de véritables membranes transversales. Les bâtonnets musculaires sont isotropes, enfouis dans une substance fondamentale, homogène et anisotrope, qui est la substance contractile. La théorie de SCHÄFER est donc très particulière à deux points de vue; elle nie les fibrilles et les membranes transversales, et par là se sépare de la théorie fibrillaire aussi bien que de celle de la case musculaire; elle invertit, contrairement à toutes les opinions reçues, la signification physiologique des deux substances du muscle, puisqu'elle refuse à la substance figurée, au bâtonnet musculaire, le rôle actif qui lui est universellement attribué.

On peut considérer, avec HEIDENHAIN, la théorie de BRÜCKE comme le produit d'une transformation toute différente de la théorie primitive de BOWMAN. Les sarcous elemens étant solides, et le reste de la substance musculaire étant liquide, BRÜCKE put ainsi s'expliquer les caractères qu'il avait constatés à la lumière polarisée : la biréfringence (anisotropie) des sarcous elemens, la monoréfringence (isotropie) de la substance qui les contient. Il attribue, comme on le sait, l'état biréfringent des éléments musculaires à ce qu'ils sont composés de particules très petites (disdiaclastes), cristallines et douées de la double réfraction, plongées dans une substance monoréfringente. Ces disdiaclastes sont fixes dans leur forme, la substance qui les baigne est seule capable de se transformer. Les changements de forme qui s'observent dans les sarcous elemens d'une fibre en train de mourir et aussi d'une fibre en voie de contraction, ne peuvent s'expliquer que par un changement d'orientation des disdiaclastes, dû lui-même à la transformation de la substance qui les entoure.

Si l'on suppose une théorie qui néglige les particules solides de la matière musculaire pour ne s'attacher qu'à la substance liquide qui les contient, on pourra donner, dans cet ensemble théorique, une place, il est vrai, un peu artificielle, à l'opinion de KÜHNE (153), qui, se fondant sur des considérations d'ordre physiologique plutôt qu'histologique, admit l'état liquide de la substance musculaire.

(à suivre.)

Paru le 7 Février 1905.

Les directeurs :

G. PRUVOT et E.-G. RACOVITZA.

Eug. MOREAU, Imp.-Grav., 140, Boul. Raspail, Paris (6e) — Téléphone 704-75

ARCHIVES
DE
ZOOLOGIE EXPÉRIMENTALE ET GÉNÉRALE
FONDÉES PAR
H. DE LACAZE-DUTHIERS
PUBLIÉES SOUS LA DIRECTION DE
G. PRUVOT ET E. G. RACOVITZA
Chargé de Cours à la Sorbonne
Directeur du Laboratoire Arago
Docteur ès sciences
Sous-Directeur du Laboratoire Arago

4e Série, T. III. NOTES ET REVUE 1905. N° 4

IX

NOTES ICHTYOLOGIQUES

par L. Dantan

Clupea pilchardus Walb.

On sait que sur l'époque de ponte de la Sardine il règne de grandes divergences parmi les auteurs; ceux-ci ont signalé des individus mûrs dans tous les mois de l'année.

Bien que la Sardine soit peu abondante dans la Manche, j'ai trouvé, à plusieurs reprises, des œufs dans le plancton, et il m'est possible d'indiquer à quelle époque se fait la ponte dans la région de la Hougue.

Les premiers œufs (3) ont été trouvés le 3 mai; leur nombre a ensuite augmenté dans le courant de ce mois, mais ce n'est qu'au commencement du mois suivant qu'ils sont devenus véritablement abondants : une pêche faite le 2 juin en contenait 40.

Occupé le mois suivant à des essais d'élevage sur le Turbot, j'ai dû interrompre mes études sur les œufs pélagiques. En septembre, je n'ai trouvé aucun œuf dans le plancton, et dans les pêches faites l'année précédente en août, il n'y en avait aucun non plus.

L'œuf de Sardine est bien connu depuis les travaux de RAFFAELE, CUNNINGHAM et MARION et ses caractères permettent de le distinguer aisément des autres œufs pélagiques. Quant aux larves, elles n'ont pu être conservées que quelques jours; il m'a été impossible de les élever.

Cette observation montre que la Sardine se reproduit à peu près à la même époque sur les côtes anglaise et normande. On sait en effet que CUNNINGHAM a trouvé des Sardines mûres de juin à fin octobre, mais il admet que la reproduction a surtout lieu pendant les mois de juillet et d'août. La ponte commence donc plus tôt sur nos côtes et je puis dire aussi qu'elle finit plus tôt, bien que je ne puisse pas indiquer avec certitude l'époque à laquelle elle se termine. Les premiers œufs ont été trouvés le 3 mai; mais comme je n'ai fait que quelques pêches au commencement d'avril, il est probable qu'en renouvelant mes recherches dans le courant de ce dernier mois, j'arriverai à recueillir quelques œufs. Je pense donc qu'on peut admettre que la reproduction s'étend d'avril à juillet, avec un minimum à la fin de mai et au commencement de juin.

Si je suis à peu près d'accord avec le savant naturaliste anglais pour l'époque de la ponte, je ne le suis plus pour la région où elle se fait.

CUNNINGHAM dit que les Sardines mûres ne se rencontrent qu'à une distance considérable de terre, à 30 ou 40 milles au large. Or, les pêches que j'ai étudiées ont été faites beaucoup plus près de la côte, de 3 à 7 milles au plus, et celle qui m'a fourni le plus grand nombre d'œufs a été justement faite près de la côte, à 3 milles environ. Comme aucun courant n'a pu amener, de 30 ou 40 milles au large, ces œufs dont quelques-uns ne montraient pas encore un embryon ébauché et étaient par conséquent émis depuis peu de temps: j'en conclus que dans la région de la Hougue, la Sardine pond près de la côte.

Clupea harengus L.

Le Hareng d'automne qui fréquente la baie de la Hougue arrive en octobre ou novembre; mais ce n'est que vers la fin de ce dernier mois ou en décembre que la pêche devient active.

Tous les pêcheurs affirment que depuis une quinzaine d'années, le poisson tend à venir de plus en plus tard. La pêche dure peu, elle cesse presque toujours avant la fin de l'année: elle se termine

donc plus tôt que ne l'indiquent SAUVAGE et CANU[1] dans leur travail sur le Hareng de Normandie.

Le Hareng se montre d'abord dans les bas parcs et habituellement il y fait son apparition longtemps avant que ne commence la pêche proprement dite. L'année passée, par exemple (1903), dès la première quinzaine d'octobre, les bas parcs en retenaient des quantités notables, tandis que la véritable pêche n'a débuté que le 25 novembre. Par contre, lorsque le poisson se prend aux filets dérivants, on n'en trouve plus dans les filets fixes. De plus, il est à remarquer que dans les bas parcs le Hareng se maille surtout à la partie inférieure du filet, près de la ralingue de base.

Ceci nous montre qu'à son arrivée dans le quartier de la Hougue, le Hareng s'approche très près de la côte et se tient presque uniquement sur le fond. Ce n'est que plus tard que les bancs se rapprochent de la surface et que commence alors vraiment la pêche.

Les premiers Harengs pêchés sont en général de petite taille (23^{cm} en moyenne). Ils sont pleins, mais les œufs sont encore petits, opaques, avec sphérules vitellines nombreuses : ils sont par conséquent loin d'être mûrs. On trouve difficilement des individus avec glandes génitales arrivées à maturité avant la fin de novembre ou décembre.

Ce Hareng appartient à la race dite « Hareng d'automne de la Manche ».

D'après CLIGNY, tous les Harengs pêchés dans la Manche, même ceux que l'on prend de temps à autre pendant le printemps ou l'été appartiennent à cette race. Ce naturaliste a étudié un lot de 69 individus, pêchés en mars, avril, mai et juin, et dit à propos d'eux ; « C'est ce que nous appellerons les Harengs d'été de la Manche ; mais il est bien entendu que nous n'avons pas en vue une race d'été, c'est-à-dire une race qui pondrait l'été, il s'agit vraisemblablement d'une race d'automne[2]. » Après avoir comparé ces Harengs à ceux d'automne et constaté qu'il n'y avait entre eux aucune différence caractéristique, il ajoute : « Ainsi disparaît, au moins pour la Manche, la vieille hypothèse d'une race de pays d'un hareng sédentaire, par opposition au hareng de passage, à la race migratrice ou prétendue telle. »

[1] H. E. SAUVAGE et CANU. Le Hareng des cotes de Normandie (*Annales de la Station Aquicole de Boulogne-sur-Mer*. Vol. I. 1892).

[2] A. CLIGNY. Contribution à l'étude biologique du Hareng (*Bulletin de la Marine Marchande*, 1904).

Je ne puis accepter cette opinion. Il existe dans la Manche une race de Harengs de printemps, c'est-à-dire de Harengs pondant au printemps.

J'ai pu étudier, le 9 avril 1904, sept harengs pris aux filets dérivants, dont deux ♀ et cinq ♂. Ceux-ci étaient tous mûrs; quant aux femelles, l'une était vide (longueur totale 27cm5), l'autre mûre. J'ai extrait aisément des œufs qui présentaient tous les caractères de ceux arrivés à maturité (transparence, fusion partielle des sphérules vitellines), et si ces poissons avaient été plus frais, il est à peu près certain que j'aurais pu faire une fécondation artificielle.

Les jours précédents, quelques Harengs avaient été pêchés, soit au total une quinzaine environ.

Ce petit nombre d'individus pris n'indique pas nécessairement qu'il n'y en ait que très peu. Il convient en effet de remarquer qu'on pêche très peu aux filets dérivants à cette époque de l'année; de plus, alors même qu'on pratiquerait beaucoup cette pêche, il pourrait se faire qu'on n'en prenne que rarement, si, comme le disent les pêcheurs, ce Hareng qu'ils appellent « Hareng de baie » se tient constamment sur le fond.

Le nombre des Harengs étudiés est trop faible pour qu'il soit possible de déterminer, par la méthode de HEINCKE[1], le caractère de cette race de printemps. Je vais cependant donner leur formule tout en ne me dissimulant pas son peu de valeur.

NOMBRE DE HARENGS	INDICES				
	FORMULE	D	V	A	A II
7	2 a I	2,19	2,02	1,49	10 2

2 a I est la formule moyenne du Hareng d'automne.

Cependant, il n'est pas impossible qu'elle se rencontre dans quelques races de printemps, comme cela ressort de l'examen des tables de HEINCKE.

La présence de ces Harengs de printemps dans la baie de la Hougue est intéressante en ce qu'elle prouve que le Hareng pond deux fois la même année dans la même région. Ce fait a été nié par

[1] HEINCKE L. Naturgeschichte der Herings. 1898.

Heincke ; mais Cunningham[1], sans indiquer toutefois où a été faite cette observation, dit que deux périodes de ponte ont été observées la même année dans les mêmes parages.

Que la formule 2a1 permette ou non de distinguer ces Harengs de printemps de ceux d'automne, il n'en est pas moins vrai qu'ils constituent une race caractérisée par l'époque de la ponte : on sait en effet que c'est là le caractère fondamental.

Il semble bien, d'après toutes les recherches faites sur le Hareng et d'après ce que nous savons sur les autres poissons qu'il n'y ait pas lieu d'envisager l'hypothèse d'une même race de Harengs pondant deux fois la même année.

Il faudra donc dire, même si les caractères déterminés par l'étude d'un très grand nombre d'individus sont trouvés très voisins de ceux donnés par la formule d'automne, que nous avons dans la Manche deux races caractérisées par leurs saisons de ponte : un Hareng de printemps et un Hareng d'automne.

Ammodytes tobianus L. et *Ammodytes lanceolatus* Lesauv.

Des deux espèces de Lançons, *Ammodytes tobianus et Ammodytes lanceolatus*, la première est très commune sur les côtes de Normandie, tandis que la seconde est beaucoup moins abondante, ou, plus exactement ne se prend que peu dans le sable, à marée basse. Ceci n'est vrai que pour les individus de grande taille.

Pendant les mois d'octobre et de novembre, on trouve en très grande quantité de petits *Ammodytes lanceolatus*, dont la taille varie entre 6 et 10 ^{cm}, et ceci nous conduit à penser que l'*Ammodytes lanceolatus* est aussi commun que l'*Ammodytes tobianus*, mais qu'il vit de préférence à une profondeur plus grande.

Ainsi que les auteurs l'ont déjà signalé, les Lançons se nourrissent d'animaux variés, Crustacés, Vers, etc.; c'est là la seule nourriture des formes jeunes, mais les individus de grande taille mangent surtout des jeunes de leur espèce ou de l'espèce voisine. Il en résulte qu'aux nombreuses causes de destruction s'en ajoute une nouvelle, qui, il est vrai, est profitable à l'espèce.

Malgré la destruction énorme qui se fait par les causes naturelles et aussi par la pêche au rateau et à la seine, l'*Ammodytes lanceolatus* doit être rangé parmi les poissons les plus abondants, et ceci malgré

[1] Cunningham. Marketable marine fishes. London 1897.

le nombre relativement restreint de leurs œufs. Les auteurs estiment qu'ils varient entre 10.000 et 30.000; je crois que le premier chiffre se rapproche beaucoup plus de la vérité, et je doute que le nombre des œufs atteigne jamais 30.000, du moins pour l'*Ammodytes tobianus*.

Les Lançons se rangent parmi les poissons sur lesquels on n'est pas très bien fixé, quant à l'époque de la reproduction.

Je ne puis la préciser pour l'*Ammodytes lanceolatus*, car tous les individus de cette espèce, que l'on prend à marée basse, pendant l'été ou l'automne, ont leurs glandes génitales au repos. Je n'ai trouvé qu'un seul mâle mûr le 10 octobre. Je pense que l'*Ammodytes lanceolatus* pond à quelque distance de ce côté, mais je ne puis dire à quelle époque se fait la ponte.

Il n'en est pas de même pour l'*Ammodytes tobianus*.

Pour ce poisson, comme pour la Sardine, les auteurs (F. Day, Thompson, Couch, Mac Intosh, Bloch, Malm) donnent comme époque de ponte tous les mois de l'année.

Une observation de valeur est celle de Fullarton.

Ce naturaliste a examiné, sur la côte Est d'Ecosse, des centaines d'*Ammodytes tobianus*, et il a commencé à trouver des individus mûrs en juin; le nombre de ceux-ci s'est accru graduellement pour atteindre son maximum en juillet (fin), mais la ponte se prolonge jusqu'en automne, peut-être même jusqu'en hiver[1].

Mac Intosh et Masterman, comparant toutes ces observations et s'appuyant en outre sur ce fait qu'on trouve des jeunes, disent-ils, au printemps et à l'automne, admettent que ce poisson pond à ces deux saisons de l'année[2].

Sur les côtes de Normandie, la reproduction commence en octobre et se continue certainement pendant les mois de novembre, décembre et janvier. Il m'est difficile de dire exactement jusqu'à quelle époque elle se prolonge, car, pendant l'hiver, l'*Ammodytes tobianus* s'éloigne de la côte, et on n'en prend que rarement, quand toutefois on peut en prendre à marée basse.

Fullarton avait cru remarquer que les individus mûrs étaient rares, si même on les y trouvait jamais dans le sable au-dessus du niveau des basses-mers.

Ceci n'est pas exact pour la côte normande. Les *Ammodytes*

[1] J.-H. Fullarton. Rep. of the Fishery board of Scotland, 1893.

[2] Mac Intosh and Masterman. British marine food fishes, 1897.

tobianus mûrs ne sont pas rares dans le sable qui découvre aux grandes marées, et j'ai pu, à plusieurs, reprises, faire des fécondations artificielles qui, réussies complètement, attestent que les œufs et les spermatozoïdes étaient parfaitement mûrs.

Mac Intosh et Masterman disent que la ponte a lieu loin du rivage. Ils s'appuient pour cela sur ce que l'on a recueilli en grande quantité des jeunes au stade-port larvaire à 15 milles d'Aberdeen et aussi sur ce que, pendant l'hiver, les œufs se trouvent dans de meilleures conditions au large.

Je ne puis admettre, étant donné le grand nombre d'individus mûrs trouvés à marée basse, qu'il en soit ainsi. Pour moi, l'*Ammodytes tobianus* pond près de la côte, peut-être même dans la zone qui découvre à marée basse.

Dans cette espèce, les mâles sont un peu plus nombreux que les femelles : 56 ♂ pour 44 ♀ (observation ayant porté sur 160 individus).

Les œufs qui sont, comme on sait, demersaux, ne sont pas agglomérés en grosses masses comme ceux du Hareng; ils se séparent les uns des autres, au moment de la ponte et se fixent alors aux grains de sable. Il en résulte qu'il est presque impossible de trouver des œufs pondus naturellement.

Mac Intosh et Masterman ont parfaitement donné les caractères des œufs ; aussi m'abstiendrai-je d'y revenir. Quant aux spermatozoïdes, ils se composent des parties suivantes : une tête ayant la forme d'un haricot et constituée par un noyau volumineux autour duquel se voit une couche de cytoplasma mince, sauf au-dessous de la concavité du noyau où elle forme un cône qui se continue par une longue queue, sur laquelle je n'ai pu voir de membrane ondulante; au point de naissance de la queue, on voit un petit corps, le centrosome.

La vitalité de ces spermatozoïdes est de courte durée.

On admet généralement que chez les poissons marins, leur activité dure beaucoup plus longtemps que chez les poissons d'eau douce. Or, chez l'*Ammodytes tobianus*, ils ne sont vraiment actifs que pendant 30 secondes à 1 minute; leur mobilité se ralentit ensuite pour cesser à peu près complètement au bout de 2 minutes et demi à 3 minutes. Certains cependant montrent encore pendant le même temps des mouvements oscillatoires lents et étendus, ou rapides et petits.

Par suite probablement du peu de durée de la vie des spermatozoïdes, les fécondations artificielles sont difficiles à réussir et il faut avoir soin d'agiter vivement le liquide, aussitôt que la laitance a été mélangée à l'eau.

Les œufs fécondés se reconnaissent aisément au bout de quelques instants d'abord à ce qu'ils prennent une couleur jaune plus foncée et ensuite à la concentration du cytoplasma qui était primitivement réparti en une couche d'épaisseur uniforme autour du vitellus.

Le développement s'est effectué beaucoup plus lentement que ne l'indiquent les auteurs (FULLARTON, MAC INTOSH et MASTERMAN) qui disent que l'éclosion a lieu au bout d'une dizaine de jours : cela a exigé dans mes essais d'élevage un temps à peu près double, de 20 à 24 jours. Cette différence s'explique aisément par ce fait que FULLARTON a fait ses fécondations en juillet, tandis que les miennes ont été faites au mois de novembre (la température moyenne de l'eau pendant le temps nécessaire à l'éclosion a été de 7° C.)

L'éclosion se fait du reste difficilement ; il m'a été nécessaire de la provoquer en frottant légèrement les œufs avec un pinceau. Ce frottement détermine peut-être de petites déchirures de la capsule que l'embryon rompt ensuite plus aisément. On peut aussi supposer qu'en débarrassant les œufs du mucus qui les recouvre, et par suite de toutes les particules qui y sont attachées, cela facilite les échanges entre l'embryon et le milieu extérieur et par suite lui donne une activité nouvelle. Dans les conditions naturelles, les œufs fixés aux grains de sable sont de temps à autre déplacés par le mouvement de l'eau, ce qui doit faciliter l'éclosion.

MAC INTOSH et PRINCE[1] ont décrit, sous le nom de « larve D », une larve qui pour eux serait celle de l'*Ammodytes tobianus*. Il ne me semble pas possible d'admettre cette identification. La larve reproduite est certainement très voisine de celle de ce poisson, mais leur figure schématique est loin de représenter fidèlement les formes que j'ai obtenues et leur description est à la fois incomplète et non tout à fait exacte. Ceci ressortira de la comparaison des figures et des descriptions.

Les larves, au moment de l'éclosion mesurent environ 6mm (celles de FULLARTON n'avaient que 3mm à 3mm5), elles sont allongées, parfaitement transparentes et montrent un reste de vitellus au milieu

[1] M. INTOSH and PRINCE. On the development and life histories of the Teleostean food and other Fishes (*Trans. of the royal Soc. of Edinburgh*. Vol. XXXV, pages 665-946).

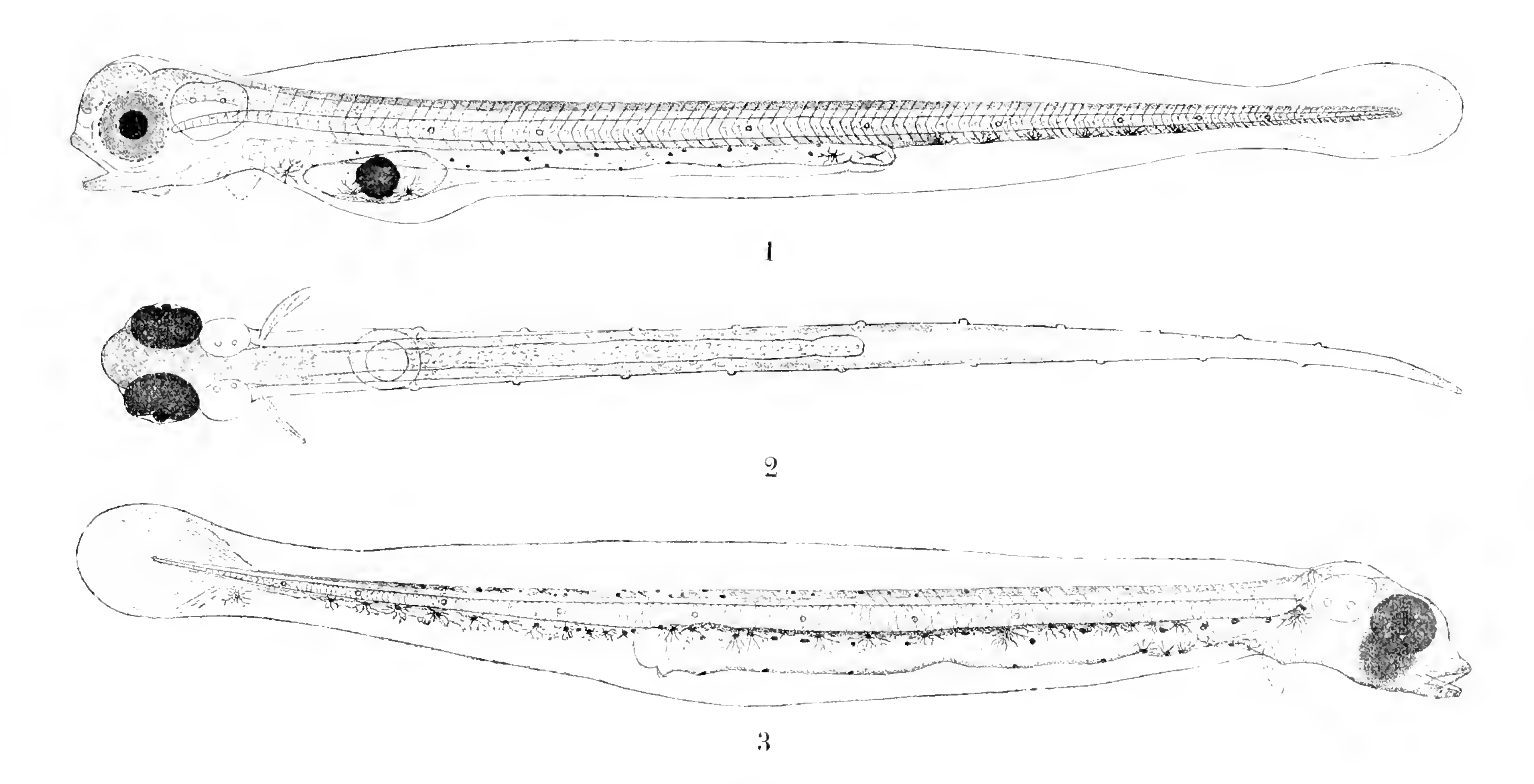


Fig. 1 à 3. — *Ammodytes tobianus* L.

1. Larve à l'éclosion. — 2. La même, vue de dos. — 3. Aspect de la larve, peu après la résorption du vitellus.

duquel se voit le globule huileux. Celui-ci a parfois une teinte dorée pâle, est dans d'autres cas incolore. Si l'on prend comme unité de mesure le diamètre du globule huileux, on voit qu'il est contenu environ 19 fois de la tête à l'anus, 13 fois et 13 fois et demi dans le reste du corps.

Les nageoires pectorales sont bien développées et les otocystes énormes comme le montre mieux la figure 2, représentant un embryon vu par sa face dorsale. Le pigment noir est réparti comme l'indique la figure 1 : on trouve en outre quelques taches pigmentaires jaunes peu apparentes.

Il est possible que la larve D, par suite de sa ressemblance avec celle décrite ci-dessus, soit celle de l'*Ammodytes lanceolatus*; la seule raison invoquée par MAC INTOSH et PRINCE contre cette manière de voir est la coloration du globule huileux qui est verdâtre chez cette dernière espèce.

Or, on sait que « la coloration des gouttelettes huileuses n'a absolument rien de constant et qu'il faut s'en méfier au point de vue de la détermination spécifique[1] ». J'ai du reste noté précédemment que dans la larve d'*Ammodytes tobianus* le globule huileux est tantôt jaunâtre, tantôt incolore.

Il résulte de ceci que les indications données par les auteurs pour l'époque de la ponte n'ont aucune valeur lorsqu'elles s'appuient sur la présence des larves à une saison donnée, parce que nous ne connaissons pas la larve de l'*Ammodytes lanceolatus* et qu'il est possible, probable même, que l'on ait confondu les jeunes des deux espèces.

Quant à l'habitat de ces larves, je ne puis me ranger à l'opinion de MAC INTOSH et MASTERMAN qui admettent qu'elles vivent sur le fond.

Elles sont vraiment pélagiques et se tiennent même de préférence tout à fait à la surface de l'eau ; ceci s'est du moins présenté dans mes bacs d'élevage. Elles ne tombent au fond que lorsqu'elles sont malades comme les larves de tous les autres poissons.

J'ai essayé de nourrir ces larves avec du planeton ; mais, sans doute parce que les organismes recueillis ne leur convenaient pas, aucune n'a vécu plus de un à deux jours après la résorption complète du vitellus, c'est-à-dire plus d'une vingtaine de jours après l'éclosion.

[1] E. W.-L. HOLT. Recherche sur la reproduction des Poissons osseux (*Annales du Musée d'Histoire naturelle de Marseille*, T. V. fasc. 4.

A ce moment, la longueur de ces formes post-larvaires est à peu près la même qu'à l'éclosion, l'accroissement a donc été pratiquement nul, mais leur aspect a un peu changé comme le montre la figure 3. Le pigment noir est beaucoup plus abondant et se montre à la fois au-dessous et au-dessus de la chorde dorsale, du moins dans la moitié postérieure. Les taches pigmentaires jaunes sont aussi plus nombreuses et plus apparentes et se montrent sur la partie postérieure de la tête, sur l'intestin, au-dessus et au-dessous de la chorde dorsale.

L'organisation de la larve peut s'étudier par transparence, mais elle ne montre aucune particularité remarquable si ce n'est pour les organes de la ligne latérale.

Les papilles de la ligne latérale ont été signalées chez les embryons de Teléostéens par RYDER, RAFFAELE et WILLIAMSON. RYDER[1], chez la Morue a reconnu qu'elles portaient extérieurement une touffe de poils sensitifs et qu'elles recevaient un nerf venant de la moelle. RAFFAELE[1] chez le *Scorpæna* et chez d'autres larves ni identifiées, a vu ces papilles se prolonger extérieurement par des tubes qui ne seraient autre chose que des amas de poils sensoriels. WILLIAMSON [2] a retrouvé des organes très semblables chez l'Anchois, mais pour lui les papilles portent de véritables tubes et non des amas de poils. Cet auteur n'a pu voir aucun nerf se rendant à ces papilles qu'i considère comme des organes larvaires dont il ignore la fonction.

J'ai retrouvé ces papilles chez l'*Ammodytes tobianus;* elles sont tantôt en nombre pair (18), tantôt en nombre impair (19) ; ce dernier cas est le plus fréquent et on trouve alors 9 papilles sur le côté gauche, 10 sur le côté droit. Leur nombre ne s'accroît habituellement pas pendant tout le temps que met la larve à résorber son vitellus, cependant dans deux cas j'en ai trouvé 21 à la fin de la période larvaire.

Ces papilles sont très petites et placées à la hauteur de la chorde dorsale, elles ne portent aucun cil et reçoivent un nerf paraissant venir du système nerveux central.

La structure de ces papilles, que je ferai connaître ultérieurement d'une façon détaillée, ressemble beaucoup à celles des organes de

[1] RYDER. A contribution to the embyography of osseous Fishes with special reference to the developpement of the Cod (*Rep. U. S. Fish Commission*, 1882).

[2] RAFFAELE. (*Milth. aus der zool. Station zu Neapel*. Bd 8).

[3] WILLIAMSON. Rep. of the Fishery Board of Scotland.

la ligne latérale de l'adulte, aussi je pense que ce ne sont point des organes larvaires, mais bien la première apparition des organes correspondants de l'adulte. Il est possible que leur rôle soit beaucoup plus important chez les formes jeunes, d'où le grand développement qu'ils acquièrent chez certaines espèces.

Je ne suivrai pas MAC INTOSH et MASTERMAN dans leurs considérations sur les migrations des larves pour la raison indiquée précédemment, à savoir que nous risquons trop d'attribuer à l'*Ammodytes tobianus* de jeunes *Ammodytes lanceolatus* et inversement. Il faut attendre avant d'essayer de traiter la question.

Le bien fondé de ceci apparaît dans la conclusion tirée par ces auteurs de deux époques de ponte, par suite de la présence de larves au printemps et à l'automne; or, mes recherches montrent d'une façon certaine que l'*Ammodytes tobianus* comme du reste tous les autres poissons, ne pond qu'une fois l'année.

Rhombus maximus Will.

Lorsqu'en Angleterre, on se mit à faire de la piscifacture, on songea naturellement aux poissons plats et en particulier au Turbot qui est l'un des plus estimés. A Dunbar, on procéda avec ce poisson comme avec la plie, c'est-à-dire que, quelque temps avant la ponte, des reproducteurs furent placés dans de grands bassins où les œufs pouvaient être recueillis facilement après leur émission.

Cette méthode, qui a bien réussi avec la Plie, n'a donné dans ce laboratoire aucun résultat avec le Turbot; bien que les reproducteurs fussent presque mûrs au moment où ils étaient pêchés, ils n'ont pas pondu mais ont résorbé leurs œufs.

A Concarneau, on s'y prit d'une autre façon incontestablement meilleure, mais qui n'a pas donné davantage de résultats. De très jeunes Turbots, pêchés à la côte, ont été élevés jusqu'à la taille adulte; ils ont été ensuite placés dans un grand vivier où l'eau se renouvelle à chaque marée et où ils sont dans d'excellentes conditions, ainsi qu'ils le montrent par leur activité. Cependant MM. FABRE-DOMERGUE et BIETRIX n'ont jamais obtenu de ponte.

Au laboratoire maritime du Museum, à Tatihou, les essais, sans être tout à fait satisfaisants, ont été plus heureux. En suivant la méthode employée à Dunbar, MALARD[1] a obtenu des pontes en 1899.

[1] A.-E. MALARD. Sur le développement et la pisciculture du Turbot (*C.-R. Acad. Sc. Paris*, t. CXXIX, n° 3).

mais non les deux années suivantes. En 1902, j'ai commencé à entreprendre des essais de piscifacture, mais je n'ai pu, cette année, obtenir de pontes.

Je dois dire toutefois que je n'avais pu me procurer qu'un très petit nombre de reproducteurs (8), et que, manquant d'expérience, je ne les avais peut-être pas nourris comme il convenait. Abandonnées en 1903, ces expériences ont été reprises cette année. Les Turbots placés dans un bassin de 200^{m3} étaient au nombre de 26, dont 8 restaient de la collection de l'année précédente, les autres avaient été apportés par les pêcheurs pendant les mois de mars et d'avril. Sur ces 26 Turbots, une vingtaine étaient d'une taille suffisante pour pondre.

Les premiers œufs trouvés l'ont été le 8 juin, mais ils étaient tous inféconds, de même que ceux recueillis les 11 et 12 de ce même mois. Il n'y en avait chaque fois que très peu ; aussi puis-je dire que la ponte n'a vraiment commencé que les 14 et 15. A partir de ce moment, les œufs ont été recueillis chaque jour au nombre de un à plusieurs milliers, sauf à trois reprises différentes où je suis resté deux jours sans en trouver, et ceci jusqu'au 8 juillet. Les œufs n'ont été extrêmement abondants que les 19, 22 et 28 juin ; leur nombre a, dans chacune de ces journées dépassé certainement 100.000.

Du 8 au 12 juillet, aucune ponte n'a été observée, mais ce jour et les suivants j'ai trouvé quelques œufs tous inféconds ; ce n'est que le 24 juillet que j'ai recommencé à les recueillir en abondance, et cela jusqu'au 8 août. A cette date, plus de la moitié des reproducteurs étant morts, les survivants ont dû être transportés dans d'autres bacs, et cela m'a empêché de continuer mes observations, mais il est probable que la ponte n'était pas encore terminée.

Je n'ai pu observer la ponte, avec tous les détails donnés par Malard, et je ne puis non plus dire d'une façon à peu près exacte quelle quantité d'œufs a été pondue. Ceci tient à ce que j'avais mis dans le bassin une grande quantité de Lançons (*Ammodytes tobianus*) ; or, pendant la ponte, les Turbots n'ont pris aucune nourriture, mais par contre, les Lançons ont mangé un nombre considérable d'œufs. Les chiffres donnés sont donc certainement inférieurs aux chiffres vrais.

Tous les œufs que l'on trouve à la surface ne sont pas féconds. J'ai déjà indiqué qu'à deux reprises je n'avais trouvé que des œufs

inféconds ; en outre, dans toutes les pêches, j'ai constaté la présence d'œufs inféconds (1 sur 20 à 1 sur 50) facilement réconnaissables à leur transparence moindre, aux ornementations de la surface du chorion beaucoup plus marquées et aussi parfois à leur globule huileux, dont le diamètre est plus petit que celui des œufs normaux.

Plusieurs femelles ont pondu. Les œufs recueillis le 22 juin étaient plus petits que ceux des jours précédents et avaient vraisemblablement été émis par une autre femelle : on sait, en effet, que la dimension des œufs varie un peu suivant les individus. Je suis également tenté de croire qu'après l'interruption du milieu de juillet, les séries d'œufs trouvés à la fin de ce mois et en août provenaient d'une ou plusieurs autres femelles.

Les œufs ne sont pas émis isolément comme l'a observé G.-W. Bluter pour la Sole où, par petites quantités comme l'ont dit M. Earll et Wemyss Fulton, mais en grand nombre à la fois. J'ai déjà noté que les 19, 22 et 28 Juin j'avais trouvé plus de 100.000 œufs qui ont été, pour moi, tous pondus en même temps. En effet, tous les œufs étaient au même stade : ceux du 22 juin étaient au stade 32, ceux de 19 et 28 venaient d'être pondus, et ce n'est qu'une heure et demie plus tard que les premiers, une demi heure que les seconds, ont monté tous en même temps le stade 2. Comme le développement marche très vite, il faut pour que ces œufs se segmentent tous en même temps qu'ils aient tous été pondus en même temps ou du moins dans un laps de temps extrêmement court.

Il résulte de là que le Turbot se prête très bien aux fécondations artificielles et que le procédé recommandé par Canu[1] peut donner avec lui des résultats beaucoup meilleurs qu'avec les autres poissons.

Je ne puis dire quels Turbots ont pondu ; si ce sont ceux conservés depuis une année ou ceux apportés depuis quelques mois seulement. Cependant, étant donné que Malard a déjà obtenu des pontes au moyen de reproducteurs qui n'avaient que deux mois de captivité et que ceux qui étaient au laboratoire depuis une année n'ont pas été nourris pendant les quatre mois durant lesquels j'ai été absent, je pense que les œufs ont été émis par les Turbots mis en bassin depuis un ou deux mois.

Les œufs, au moyen de l'excellent appareil de MM. Fabre-Domergue et Biétrix ont donné des larves dont l'éclosion s'est faite

[1] Canu (*Annales de la Station aquicole de Boulogne-sur-Mer*, Vol. II, 1894).

au bout de cinq jours. Ainsi que l'avait observé MALARD et contrairement aux opinions de CANU et HOLT, les œufs restent à la surface pendant toute la durée du développement. Les larves se conservent facilement jusqu'à la résorption complète du vitellus, soit pendant une huitaine de jours environ. Elles n'ont pris pendant tout ce temps aucune nourriture, et je ne crois pas qu'elles mangent, comme le dit MALARD, des infusoires ou de petits organismes du plankton.

Les œufs et les larves sont trop connus pour qu'il soit utile d'en donner les caractères; leur description a été faite par MAC INTOSH, HOLT, PETERSEN, CANU, HEINCKE et EHRENBAUM, CUNNINGHAM, MASTERMAN.

Dans le planeton recueilli dans la baie de la Hougue, je n'ai trouvé aucun œuf de Turbot, mais je dois dire qu'occupé à faire des essais d'élevage, je n'ai pu étudier qu'un petit nombre de pêches pélagiques. Les auteurs ont, du reste, depuis longtemps remarqué que les œufs de Turbot étaient très rares dans le planeton et ils expliquaient cette rareté en disant que les œufs coulent au fond au bout de quelque temps; cette explication ne peut plus être donnée.

On ne trouve jamais non plus à la côte, dans la baie de la Hougue, de jeunes Turbots de 3 à 5cm, comme on en rencontre en grand nombre en d'autres endroits, notamment aux environs de Boulogne. Le plus petit Turbot, trouvé dans un bas parc, mesurait 7 cm. Pour ces raisons, je pense que le Turbot ne pond pas dans la région de la Hougue.

Belone vulgaris Cuv. et Valenc.

L'Orphie se pêche sur les côtes de Normandie pendant les mois d'avril, mai et juin; cependant, il n'est pas rare que l'on prenne, de temps à autre, quelques individus pendant tout l'été.

CUNNINGHAM[1] a donné une explication très vraisemblable de la forme si étrange de ce poisson dont le bec ne lui sert pas, comme on l'a dit autrefois, à transpercer les poissons dont il se nourrit ensuite. CUNNINGHAM fait observer que, seul l'examen attentif de ce bec nous montre que cette explication ne peut être admise; sa fonction est toute autre. Ce savant naturaliste a observé que les *Belone vulgaris* se nourrissaient surtout de Lançons (*Ammodytes tobianus*) et leur bec leur servirait à fouiller le sable pour en déloger les

[1] CUNNINGHAM J.-T. Habits of the Gar-fish and Mackerel (*Nature*, Vol. 65, n° 1695, p. 586).

Lançons, lorsque ceux-ci s'y sont réfugiés; ce bec est aussi bien adapté à fouiller le sable que l'est celui de la Bécasse à chercher dans la terre humide les vers et larves dont elle se nourrit.

Comme l'a observé CUNNINGHAM, les Lançons sont bien la principale nourriture des Orphies, mais ces poissons mangent aussi des Crustacés (Crevettes) et Annélides et même à certains moments, celles-ci semblent être leur nourriture exclusive. Dans une pêche faite le 13 mai par un temps orageux, la mer étant phosphorescente et la pression barométrique 762, j'ai observé des *Heteronereis* en grande quantité nageant avec rapidité à la surface même de la mer. Les Orphies qui étaient abondantes me semblaient, en venant constamment à la surface, poursuivre les *Heteronereis*. En examinant les sept individus pêchés, j'ai trouvé dans deux d'entre eux deux *Heteronereis* parfaitement reconnaissables et dans les autres des soies en grande quantité qui montraient que ces poissons en avaient mangé un grand nombre.

Les mâles dans cette espèce sont beaucoup plus nombreux que les femelles et il est fort difficile de se procurer des individus des deux sexes mûrs.

Les œufs bien caractéristiques par leurs filaments adhésifs sont aisément fécondés artificiellement, mais ils n'ont été que rarement trouvés dans les conditions naturelles, seul MAC DUNN et EHRENBAUM les ont observés.

Le développement dure, comme on sait, très longtemps et ce n'est qu'au bout de 35 à 36 jours que s'est produite l'éclosion. Les jeunes à la sortie de l'œuf ont presque complètement résorbé leur vitellus et leur couleur est en général brun-verdâtre foncé avec bandes transversales plus claires. Ces bandes transversales, dans quelques cas très marqués, sont en nombre variable; on en compte 4, 5 ou 6 et quelquefois même 7. Quelques alevins ont montré une teinte vert clair et d'autres un gris bleuté magnifique.

La présence de ces bandes transversales est un fait de plus contre la théorie d'EIMES, qui veut que les marques des animaux soient primitivement disposées sous forme de bandes longitudinales.

A ce stade, les alevins ne sont point, par l'extrémité de leur tête, semblables aux jeunes des autres Téléostéens.

Les mandibules ont déjà commencé à s'allonger et elles s'accroissent ensuite rapidement pour donner le stade *Hemiramphus*.

Les alevins ont été nourris d'abord avec du plancton, puis avec

des muscles de Crevettes et de Lançons (*Ammodytes tobianus*) triturés de façon à les réduire en fines particules et ils ont été poussés jusqu'à la taille de 30^{mm}, atteinte dans les premiers jours d'août. A ce stade, leurs nageoires ventrales qui, comme on sait, apparaissent fort tard, étaient bien développées, et la partie supérieure du bec (région prémaxillaire) avait déjà commencé à se développer.

Il résulte de là que le développement est loin d'être aussi rapide que cela est indiqué dans les « Scandinavian fishes ». Les petits *Belone* trouvés par Malm et Fries pendant l'été, qui mesuraient 150^{mm} et 170^{mm} étaient certainement âgés de plus d'une année.

Décembre 1904.

X

BIBLIOTHÈQUE DU LABORATOIRE ARAGO [1]

MÉMOIRES ET VOLUMES ISOLÉS

L

Labbé (A.). — Recherches zoologiques et biologiques sur les parasites endoglobulaires du sang des Vertébrés, Paris, 1894.

Labbé (A.). — La Cytologie expérimentale, essai de cytomécanique, Paris, 1898.

Labesse (E. D.) et H. Pierret. — L'Homme et les Animaux, Paris, 1885.

Lacaze-Duthiers (H. de). — De la paracentèze de la poitrine et des épanchements pleurétiques qui nécessitent son emploi, Paris, 1851.

Lacaze-Duthiers (H. de). — De l'armure génitale femelle des Insectes en général, Paris, 1853.

Lacaze-Duthiers (H. de). — Recherches pour servir à l'histoire des Galles Paris, 1853.

Lacaze-Duthiers (H. de) et A. Riche. — Mémoire sur l'alimentation de quelques Insectes gallicoles et sur la production de la graisse, Paris, 1854.

Lacaze-Duthiers (H. de) — Voyage aux îles Baléares, ou recherches sur l'anatomie et la physiologie de quelques Mollusques de la Méditerranée (Anomie - Organes génitaux des Acéphales lamellibranches - Organe de Bojanus des Acéphales lamellibranches - Développement des branchies des Acéphales lamellibranches), Paris, 1857

[1] Voir Notes et Revue, (3) Tome IX, n°s 2, 3, 4, 5. (3) Tome X, n°s 2, 3, 6, 7. (4) Tome I, n°s 1, 2, 5, 8, 9. (4) Tome II, n°s 2, 4, 7, 8, 11. (4) Tome III, n°s 1 et 2.

LACAZE-DUTHIERS (H. de). — Note respecting the circulation of gasteropodous Mollusca and the supposed aquiferous apparatus of the Lamellibranchiata, Londres, 1859.

LACAZE-DUTHIERS (H. de). — Notice sur les travaux scientifiques de Mr. F. J. H. de LACAZE-DUTHIERS présentée à l'appui de sa candidature à l'Académie des Sciences (Institut de France), Paris, 1862.

LACAZE-DUTHIERS (H. de). — Histoire naturelle du Corail, organisation, reproduction, pêche en Algérie, industrie et commerce, Paris, 1864.

LACAZE-DUTHIERS (H. de). — Deuxième notice sur les travaux scientifiques de Henri de LACAZE-DUTHIERS présentée à l'appui de sa candidature à l'Académie des Sciences (Institut de France), Paris, 1865.

LACAZE-DUTHIERS (H. de). — Recherches de zoologie, d'anatomie et d'embryogénie sur les Animaux des faunes maritimes de l'Algérie et de la Tunisie. (Brachiopodes, Antipathaires, Gorgones, *Chevreulius*, Janthines, Limes), Paris, 1866.

LACAZE-DUTHIERS (H. de). — Troisième notice sur les travaux scientifiques de Mr. H. de LACAZE-DUTHIERS, Paris, 1871.

LACAZE-DUTHIERS (H. de). — Histoire de la *Laura Gerardiæ*, type nouveau du Crustacé parasite, Paris, 1882.

LACAZE-DUTHIERS (H. de). — Le monde de la mer et ses laboratoires, Paris, 1889.

LACAZE-DUTHIERS (H. de). — La méthode en zoologie, Paris, 1890.

LACAZE-DUTHIERS (H. de). — Un essai d'ostréiculture dans le vivier du laboratoire de Roscoff, Paris, 1891.

LACAZE-DUTHIERS (H. de). — Discours prononcé à la Société Nationale d'Agriculture, (Séance publique du 30 Juin 1897), Paris, 1897.

LACAZE-DUTHIERS (H. de). — Discours prononcé lors de la distribution des prix de la Société d'Agriculture, le 30 juin, Paris, 1897.

LACAZE-DUTHIERS (H. de) et G. PRUVOT. — Sur le développement de la *Philine aperta*, Paris, 1888.

LACAZE-DUTHIERS (H. de) et Y. DELAGE. — Études sur les Ascidies des côtes de France. Faune des Cynthiadées de Roscoff et des côtes de Bretagne, Paris, 1892.

LACÉPÈDE. — Histoire naturelle des Quadrupèdes ovipares et des Serpents, 2 vol., Paris, 1788-1789.

LACÉPÈDE. — Histoire naturelle des Poissons, 5 vol., Paris, 1798-1803.

LACÉPÈDE. — Histoire naturelle des Cétacés, Paris, 1804.

LAFONT (A.). — Note pour servir à la faune de la Gironde, Bordeaux, 1871.

LAGUESSE (E.). — Recherche sur le développement de la rate chez les Poissons, Paris, 1890.

LAGUESSE (E.). — L'Écrevisse nouvellement éclose, Paris, 1891.

LAHILLE (F.). — Recherche sur les Tuniciers, Toulouse, 1890.

LALLEMANT (CH.) et G. SERVAIN. — Catalogue des Mollusques terrestres et fluviatiles observés aux environs de Jaulgonne (Aisne), Paris, 1869.

LAMARCK (J.-B.). — Système des Animaux sans vertèbres, Paris, 1801.

LAMARCK (J.-B. de). — Système analytique des connaissances positives de l'Homme, Paris, 1820.

LAMARCK (A. de). — Histoire naturelle des Animaux sans vertèbres, 3 vol, 3e édition, Bruxelles, 1839.

LAMARCK (A. de). — Histoire naturelle des Animaux sans vertèbres, 11 vol., Paris, 1835-1845.

LAMEERE (A.). — Recherches sur la réduction karyogamique, Bruxelles, 1890.

LAMEERE (A.). — A propos de la maturation de l'œuf parthénogénétique, Bruxelles, 1890.

LAMEERE (A.). — Prolégomènes de zoogénie, Paris, 1891.

LAMEERE (A.). — L'origine des Vertébrés, Bruxelles, 1891.

LAMOUROUX (J.-V.-F.). — Histoire des Polypiers coralligènes flexibles, Caen, 1816.

LAMPERT (K.). — Zur Genese der Chorda dorsalis beim Axolott, Erlangen, 1883.

LAMPERT (K.). — Die Seewalzen (*Holothurioidea*), Wiesbaden, 1885.

LAMY (E.). — Recherches anatomiques sur les trachées des Araignées, Paris, 1902.

LANCE (D.). — Contribution à l'étude anatomique et biologique des Tardigrades, Paris, 1896.

LANG (A.). — Ueber die aüssere Morphologie von *Haementeria Ghilianii* F. de Filippi, Zurich, 1891.

LANG (A.). — Lehrbuch der vergleichenden Anatomie, Jena, 1894.

LANGER (C.). — Das Gefäss-System der Teichmuschel, Wien, 1855-1856.

LANKESTER (E.-R.). — Contributions to the developmental history of the Mollusca, Londres, 1875.

LANKESTER (E.-R.). — Zoological articles contributed to the « Encyclopaedia Britannica », London, 1891.

LATASTE (F.). — Catalogue des Batraciens et Reptiles des environs de Paris et distribution géographique des Batraciens et Reptiles de l'ouest de la France, Bordeauy, 1876.

LATREILLE (M.). — Esquisse d'une distribution générale du règne animal, Paris, 1824.

LATREILLE (M.). — Familles naturelles du règne animal, Paris, 1825.

LATZEL (R.). — Die Myriopoden der Osterreichisch-Ungarischen Monarchie, Wien, 1880.

LAULANIÉ (F.). — Note sur les phénomènes histologiques de la secousse et de l'onde musculaires, Toulouse, 1876.

LAULANIÉ (F.). — Sur les utricules psorospermiques des muscles du Porc, Toulouse, 1884.

LAUNOIS (P.-E.). — Recherches sur la glande hypophysaire de l'Homme, Paris, 1904.

LAUNOY (L.). — Altérations rénales consécutives à l'intoxication aigue par le venin de Scorpion, Paris, 1901.

LAVOCAT et ARLOING. — Recherches sur l'anatomie et la physiologie des muscles striés pâles et foncés, Toulouse, 1875.

LÉCAILLON (A.). — Recherches sur l'œuf et le développement embryonnaire de quelques Chrysomélides, Paris, 1898.

LEDUC (S.). — Cytogenèse expérimentale, Nantes, 1902.

LEDUC (S.). — Études expérimentales sur la diffusion et leurs conséquences biologiques, Nantes, 1902.

LEE (A. Bolles). — La spermatogenèse chez les Chétognathes, Louvain.

LÉGER (L.). — Recherches sur les Grégarines, Poitiers, 1892.

LÉGER (L.). — Étude sur les Coccidies, Paris, 1897.

LÉGER (L.). — Sur la présence dans la région grenobloise des Moustiques considérés comme propagateurs du Paludisme, Grenoble, 1901.

LÉGER (L.). — Sur un Flagellé parasite de l'*Anopheles maculipennis*, Paris, 1902.

LÉGER (L.) et HAGENMULLER (P.). — Sur la structure des tubes de Malpighi chez quelques Coléoptères ténébrionides, Paris, 1899.

Paru le 8 Février 1905.

Les directeurs :

G. PRUVOT et E.-G. RACOVITZA.

Eug. MORIEU, Imp.-Grav., 140, Boul. Raspail Paris (6e) — Téléphone 704-75

ARCHIVES

DE

ZOOLOGIE EXPÉRIMENTALE ET GÉNÉRALE

FONDÉES PAR

H. DE LACAZE-DUTHIERS

PUBLIÉES SOUS LA DIRECTION DE

G. PRUVOT
Chargé de Cours à la Sorbonne
Directeur du Laboratoire Arago

ET

E. G. RACOVITZA
Docteur ès sciences
Sous-Directeur du Laboratoire Arago

4e Série, T. III. NOTES ET REVUE 1905. N° 5

XI

LA GLANDE INTERSTITIELLE DU TESTICULE A UN ROLE DE DÉFENSE GÉNITALE

par D.-N. Voinov

Professeur à la Faculté des Sciences de Bucarest

En faisant des recherches sur les testicules des Vertébrés supérieurs, j'ai observé que ces testicules, et spécialement ceux du Coq, sont toxiques pour les animaux des deux sexes, de la même espèce et d'espèce différente. Il s'agit donc d'une toxicité d'ordre général.

La série de mes expériences n'est pas encore complète; je donne pourtant quelques-uns des résultats obtenus, ayant vu que G. Loisel (**1904**) arrive à la même conclusion.

Salvioli (**1902**) a remarqué que la glande mâle, triturée dans une quantité déterminée de solution physiologique (1-5) et injectée

directement dans les veines, produit certains troubles. Ces troubles sont comparables, d'après lui, à ceux déterminés par les injections intraveineuses de peptone : d'une part « une forte agitation au premier moment, vomissement, émission de fèces et d'urine, suivis à court intervalle d'une période de dépression et de calme », et d'autre part, un retard dans la coagulation du sang.

LOISEL (**1903-1904**) a montré le premier que la toxicité est une propriété générale des glandes génitales des Vertébrés et Invertébrés des deux sexes.

Quoi qu'on ait décrit avant lui la toxicité des ovaires, personne n'a envisagé la question comme il le fallait. La toxicité des ovaires chez *Tetrodon* (MIURA et TAKESAKI **1889**; TAKESAKI et INOKO **1889-90**), chez le Crapaud commun (PHISALIX **1903**), paraît être d'un ordre spécial. Dans le premier cas, l'animal est immunisé contre la toxine génitale propre, et la toxine a un caractère spécifique, car elle n'a pas été trouvée chez les espèces voisines. Dans le cas du Crapaud commun, la toxine décrite par PHISALIX apparaît périodiquement dans l'ovaire, au moment du frai, grâce à une corrélation fonctionnelle qui existe entre les glandes cutanées à venin et l'ovaire.

Dans les deux cas précédents, on a donc un poison spécial. Les expériences de LOISEL et les miennes, qui confirment en tout ses résultats, prouvent que la toxicité est une propriété générale des glandes génitales.

I. — LES TESTICULES DU COQ ADULTE SONT TOXIQUES POUR LES MAMMIFÈRES.

Le procédé employé diffère de celui de LOISEL. Les testicules du Coq adulte, en pleine spermatogénèse, sont extirpés, broyés frais avec le broyeur Latapie, mélangés avec une solution physiologique normale stérile, laissés quelque temps à une température basse, filtrés à travers un tissu fin et injectés directement dans les veines. Bien entendu, ces opérations ont été faites dans les meilleures conditions d'asepsie. La substance testiculaire, finement émulsionnée, a été injectée en quantités variables, chez les Brebis, dans la veine jugulaire et chez les animaux de même espèce dans la veine axillaire. J'ai fait aussi des injections sous-cutanées et intrapéritonéales.

Dès le commencement de ces expériences, j'ai été frappé par la différence qui existe entre les animaux différemment injectés. Ceux injectés sous la peau et dans le péritoine peuvent supporter des grandes quantités de testicule broyé, sans autre symptôme que de l'abattement et manque d'appétit pendant 24 à 48 heures; les animaux injectés dans les veines, au contraire, ont des troubles immédiats plus ou moins graves, et avec des quantités incomparablement moindres, sont tués.

Voici quelques-uns des nombreux cas enregistrés :

1° *Brebis pesant 15 kg. 470.* — L'animal a reçu trois injections sous-cutanées successives de testicule de Coq adulte, à des époques différentes : le 20 mars, 10 et 27 avril 1904. La première injection a été faite avec 10 testicules, les deux autres chacune avec 12 testicules. Pour faciliter la résorption de la substance injectée, on dilue les testicules broyés avec la solution physiologique, et on injecte, en petites quantités, dans différentes régions. L'animal supporte bien le traitement, il est un peu abattu et manque d'appétit le jour même et le lendemain.

a. — Le 23 mai 1904, j'ai injecté dans la veine jugulaire, un testicule de Coq adulte, broyé, filtré et finement émulsionné par le procédé décrit. Les troubles observés sont les suivants : fortes contractions de tout le corps, mouvements de mastication continus, dyspnée, miction, légère paralysie des membres et légère exophtalmie; il se tient debout tant que durent ces phénomènes. Il se tranquillise au bout d'une heure.

b. — Le 29 mai 1904, j'ai injecté dans la veine jugulaire deux testicules de Coq adulte. Les mêmes phénomènes se répètent avec plus d'intensité; les troubles apparaissent déjà au cours de l'opération et durent plus longtemps.

c. — Le 5 juin 1904, l'animal reçoit 4 testicules de Coq, il meurt huit minutes après.

Aussitôt descendu de la table d'opération, il se tient la tête basse, la bouche ouverte, les pieds écartés, dans une attitude de prostration; il bave, a une dyspnée intense, tous les muscles faciaux et abdominaux se contractent violemment, la marche est chancelante, il tombe enfin, complètement paralysé et meurt sans contractions.

2° *Brebis pesant 20 kg. 700.* — A reçu quatre injections intraveineuses de glande génitale de Coq adulte, le 5, 13, 19 juin et le

1er juillet 1904. La première injection représente la dose d'un testicule, ensuite le nombre a augmenté graduellement jusqu'à 4 testicules environ. Le 12 juillet enfin, l'animal reçoit une cinquième injection intraveineuse de 4 testicules; il meurt cinq minutes après, présentant les mêmes phénomènes que le précédent, avec des phénomènes de paralysie plus accentués.

Deux autres Brebis, injectées à plusieurs reprises, ont présenté d'une manière constante les mêmes phénomènes.

Le procédé que j'ai employé, lorsque je n'avais pas l'intention de rechercher la toxicité de la glande génitale, diffère de celui de Loisel; évidemment, la méthode de ce dernier était plus indiquée pour une recherche précise. Malgré la différence de procédé, les résultats obtenus sont les mêmes.

Mes animaux présentent, d'une manière constante, les mêmes phénomènes d'intoxication que ceux de Loisel, les mêmes troubles complexes, circulatoires, respiratoires et moteurs.

II. — Les testicules du Coq sont toxiques pour les animaux de même espèce

Après avoir constaté que les testicules du Coq sont toxiques pour les Mammifères, j'ai essayé l'effet de ces poisons sur les animaux de même espèce.

Voilà les résultats obtenus :

I. — Une émulsion de deux testicules de Coq adulte (préparée par le procédé décrit), dans 44cc d'eau physiologique, a été injectée le 26 juillet 1904, dans la veine axillaire de 5 animaux, quatre coqs et une poule :

1° Coq	pesant	1kg 630	meurt presque immédiatement avec	7cc
2° Coq	—	2 160	— —	5
3° Poule	—	1 890	meurt deux minutes après, avec	3
4° Coq	—	1 810	résiste, présentant une légère paralysie des membres, avec	2

II. — Le 29 juillet 1904, j'ai essayé la toxicité d'un seul testicule

de Coq adulte sur six animaux injectés dans les veines. Le testicule pesant 12 gr., 10 a été broyé et dilué dans 44cc d'eau physiologique

		kg		cc
1° Poule	pesant	1 680	meurt avec	5
2° Poule	—	1 190	—	3
3° Poule	—	1 680	—	2
4° Poule	—	1 660	résiste avec	1
5° Coq	—	2 090	meurt avec	4
6° Coq	—	1 660	—	2

Malgré l'imperfection de la méthode employée pour l'extraction des toxines génitales, les résultats de ces deux séries d'expériences concordent suffisamment, surtout si on tient compte de la différence de résistance individuelle. La limite de la dose non mortelle, varie donc entre 1 à 2 cc, dans les conditions précédentes d'expérimentation, c'est-à-dire un kg., d'animal est tué par les toxines contenues dans 0 gr.,246 de glande mâle fraîche.

Les animaux de même espèce ne sont donc pas réfractaires vis-à-vis des toxines génitales spécifiques : ils sont même plus sensibles que ceux d'autre espèce, ce qui, dans ce cas, peut être dû à leur taille.

Si la dose n'est pas mortelle, l'animal a une défécation presque immédiate, la crête devient violette, la marche est incertaine, les jambes fléchissent, les pas sont irréguliers. Quand la doses et mortelle, il tombe foudroyé, la respiration devient difficile, il reste quelque temps immobile et meurt une à deux minutes après, avec des cris et des contractions violentes.

III. — La toxicité de la glande male n'est pas en rapport avec l'activité sexuelle

L'existence des substances toxiques dans la glande génitale mâle étant constatée, on doit déterminer leur nature, leur origine et la place qu'elles occupent. Il serait intéressant de savoir si les testicules des animaux impubères sont aussi toxiques.

J'ai extirpé, le 30 juillet 1904, les testicules à sept petits Coqs, dont treize ont été employés, pesant en tout 1 gr.,25.

A cause de leur structure spéciale et leur petitesse, les glandes

des animaux jeunes ne peuvent pas être bien broyées; je les ai coupées en petits morceaux, écrasées et macérées quelques heures, à une température basse, dans 9cc d'eau physiologique stérile et filtrées comme précédemment.

Le liquide ainsi obtenu était plutôt un extrait qu'une véritable émulsion.

Ce liquide a été injecté à deux poules :

1° Une poule de 1 kg, 530 est morte une minute après avec 4cc
2° Une poule de 1kg, 580 a supporté sans symptôme. . . . 3cc

Les testicules des animaux impubères donc, non seulement sont toxiques, mais possèdent, approximativement, le même degré de toxicité que les organes mûrs, en plein travail spermatogénétique[1].

IV. — La glande interstitielle est la partie toxique du testicule; elle a un rôle de défense génitale

Les recherches histologiques des dernières années ont montré que le testicule est une glande à structure complexe. Excepté la partie sexuelle proprement dite, séminale, dont le rôle est de former des spermatozoïdes, il y a une deuxième formation glandulaire — la glande interstitielle —, située parmi les nombreux tubes de la première, sans rapport direct avec celle-ci. Le testicule est donc une association de deux glandes différentes.

Quoique étudiée par de nombreux auteurs depuis 1856, date de sa découverte par Kölliker, le rôle de la glande interstitielle est tout à fait inconnu. Cependant on a émis deux hypothèses sur la fonction qu'elle remplit dans l'organisme.

1° Elle aurait un rôle trophique, assurant la nutrition de la

[1] J'ai déjà reconnu l'imperfection de la méthode employée dans ces recherches, mais je n'avais pas l'intention de déterminer la nature et le caractère des toxines génitales. J'ai employé le même procédé jusqu'à la fin, pour pouvoir comparer les résultats. Il faut reconnaître cependant que mon procédé est préférable, puisqu'il n'altère pas les toxines génitales : c'est pourquoi la toxicité que j'ai trouvée pour les testicules est plus forte que celle indiquée par Loisel. Je n'ai pas voulu donner en chiffres, pour la même raison, les coefficients de toxicité, car forcément les chiffres seraient erronés. Malgré la saignée de l'animal, il reste dans le testicule frais une certaine quantité de sang, le broyeur retient une partie de la trame conjonctive de l'organe, la filtration de même ; on injecte à la fois des substances inactives et actives, etc..

Il y a donc une quantité d'erreurs qui auraient influencé la valeur des chiffres. Le poids testiculaire du Coq adulte varie beaucoup, entre 8 à 15 grammes ; les facteurs déterminants principaux de la grosseur du testicule sont : l'âge, la race, la taille, la vigueur physique de l'animal, etc.. On extrait, avec le broyeur Latapie, d'un testicule, 8 à 9cc de liquide sirupeux. Un testicule de petit Coq, âgé de quelques mois, pèse en moyenne 1 décigramme.

glande séminale proprement dite. C'est l'opinion de LEYDIG, soutenue par de nombreux partisans.

2° Ce serait une glande à sécrétion interne, qui, par ses produits déversés dans le sang, entretient la virilité et dirige le développement des caractères sexuels secondaires. Cette théorie est soutenue, avec beaucoup de talent, par BOUIN et ANCEL (**1903-1904**).

Il n'est pas le moment de discuter ces hypothèses, mais je puis affirmer que celle de LEYDIG n'est pas basée sur des données expérimentales, tandis que celle de BOUIN-ANCEL, est beaucoup plus convaincante.

Je me permets d'ajouter une troisième hypothèse : la glande interstitielle aurait le rôle d'absorber du sang différentes substances toxiques, qu'elle fixe dans ses éléments et les empêche d'atteindre la glande séminale; ce serait un rôle de défense de la glande séminale.

En comparant la structure du testicule de Coq, âgé de quelques mois, impubère, avec la structure d'un testicule adulte et actif, on constate que la différence énorme est due à la glande séminale.

Cette glande, très développée chez l'adulte, n'existe presque pas chez l'animal jeune, du premier été, où elle est représentée par des éléments embryonnaires (grandes et petites cellules germinatives). Les belles recherches de BOUIN et ANCEL, faites chez les Mammifères, montrent que la glande interstitielle précède comme ontogénèse, différenciation hystogénétique et activité fonctionnelle, la glande séminale.

Comme le testicule impubère, constitué presque exclusivement par la glande interstitielle, présente le même degré de toxicité que le testicule adulte, il est évident que cette toxicité doit être attribuée à la glande interstitielle, la seule formation qui présente le même développement dans les deux organes. Toutes les substances nocives, toutes les toxines chariées par le sang, sont arrêtées en route par la glande interstitielle et empêchées d'atteindre l'élément privilégié, reproducteur[1].

[1] Je sais très bien que pour la glande génitale femelle les choses paraissent se passer autrement; que dans l'ovule de la poule on a trouvé des toxines (METCHNIKOFF) et des antitoxines (KLEMPERER), et que même, dans des conditions normales, l'ovule est toxique (LOISEL **1904**). Il est possible que l'ovaire ait un rôle d'épuration de l'organisme, comme le soutient LOISEL, mais comme le testicule se distingue par d'autres caractères importants, ce dernier rôle pourrait aussi lui manquer. *Cette fonction supplémentaire expliquerait alors le surplus de toxicité de l'ovaire*, en comparaison avec le testicule. L'ovaire ne possède-t-il pas le corps jaune, formation qui n'a pas son homologue dans le testicule ?

La glande génitale, différenciée comme élément primordial, dès les premiers stades ontogénétiques, paraît privilégiée au point de vue physiologique aussi, étant mise à l'abri des influences qui pouraient atteindre sa vitalité.

On peut encore invoquer à l'appui de mon opinion, les faits suivants, bien établis :

1° Le testicule du chien adulte est plus toxique que le testicule du cobaye, pour le même animal, le Lapin (Loisel). Cette différence coïncide avec le développement plus fort de la glande interstitielle chez le chien (Bouin).

2° Dans les maladies chroniques et cachectisantes (anémie pernicieuse, Hansemann 1895; fièvre continue, Mathieu 1898; tuberculose Bouin 1903), on a souvent constaté chez l'Homme une hypertrophie de la glande interstitielle, et souvent une grande abondance de crystalloïdes de Reincke; ces crystalloïdes manquent chez le nouveau-né et ne sont pas constants dans le testicule normal. Cet état correspondrait alors à une suractivité fonctionnelle de la glande interstitielle, provoquée par la grande quantité de toxines produites dans l'organisme. Ce serait le dernier épisode de la lutte pour la défense de la glande séminale.

V. — Les éléments séminaux sont très sensibles aux plus petites modifications du sang

Les expériences suivantes ont été faites pour voir si, en modifiant légèrement la composition du sang d'un animal normal, cette modification persiste quelque temps, et surtout si les spermatozoïdes s'en ressentent, *in vivo* ?

La solution de cette question a évidemment une importance spéciale, car elle prouverait que les modifications dans le chimisme du sang peuvent influencer la vie des spermatozoïdes, que le *germe* peut être influencé par le *soma*.

Lec expériences suivantes prouvent que les plus petites modifications de l'organisme influencent la vitalité des spermatozoïdes.

Trois Coqs adultes (C. 18, C. 19, C. 20) vigoureux, ont été traités au mois d'août 1904 de la manière suivante : les n°s 18 et 20 ont reçu une seule injection dans la veine axillaire, de six gouttes de teinture d'opium, dilluées dans 3^cc de solution physiologique sté-

Nous attirerons simplement l'attention sur la figure achromatique pendant les dernières phases de la cytodiérèse.

Pendant la métaphase, la figure mitotique dans les gros blastomères de Truite est constituée de la façon suivante. L'axe de la cellule est occupée par le fuseau central. Celui-ci s'est constitué aux dépens des régions astériennes qui étaient orientées vers le noyau. Les fibres de ces régions s'épaississent, s'allongent, refoulent la membrane nucléaire au devant d'elles, la détruisent, pénètrent dans le noyau, s'anastomosent les unes avec les autres, et forment ainsi un faisceau de fibres qui réunissent les deux centres cinétiques. Ceux-ci sont constitués chacun par un ou plusieurs corpuscules polaires, une sphère attractive bien développée avec une large zone médullane et une zone corticale granuleuse, et un aster puissant dont les

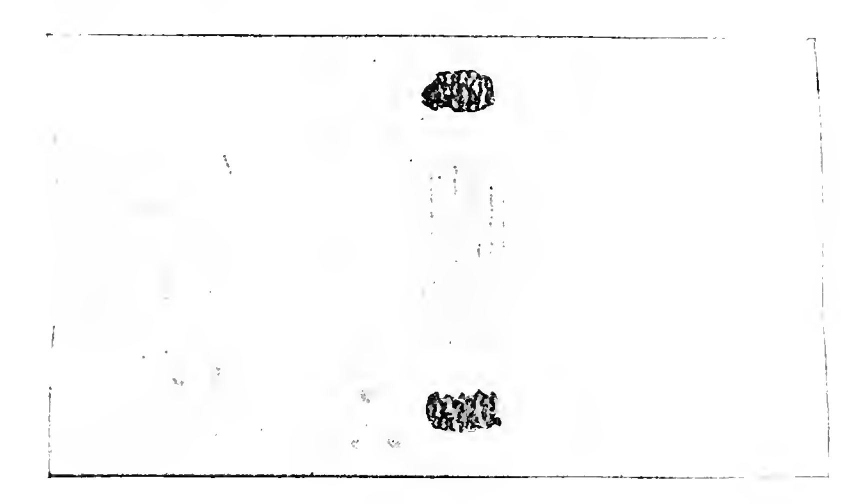


Fig. 1

FIG. 1. — Télophase de gros blastomères de *Trutta fario*. × 400. Début de la reconstitution des noyaux-filles. Entre ceux-ci on distingue les filaments connectifs ou réunissants. (Une partie seulement des blastomères a été représentée).

irradiations se continuent avec les fibrilles du mitome cellulaire (HIS). Les chromosomes petits, minces et grêles, occupent toute la zone équatoriale du fuseau.

Ceux-ci se dédoublent à cette période de la mitose et commencent leur mouvement ascensionel vers les pôles. C'est le début de l'anaphase. Au fur et à mesure que les plaques-filles s'éloignent l'une de l'autre, il se différencie entre chaque chromosome-fille issu du même chromosome-mère un pont de substance achromatique. Celui-ci s'allonge au fur et à mesure que les chromosomes-filles s'écartent l'un de l'autre; il se constitue ainsi une série de filaments entre les deux plaques polaires; on les désigne sous le nom de *filaments*

réunissants ou *filaments d'union* (fig. 1). Quand les plaques polaires ont terminé leur mouvement ascensionnel, les fibres du fuseau

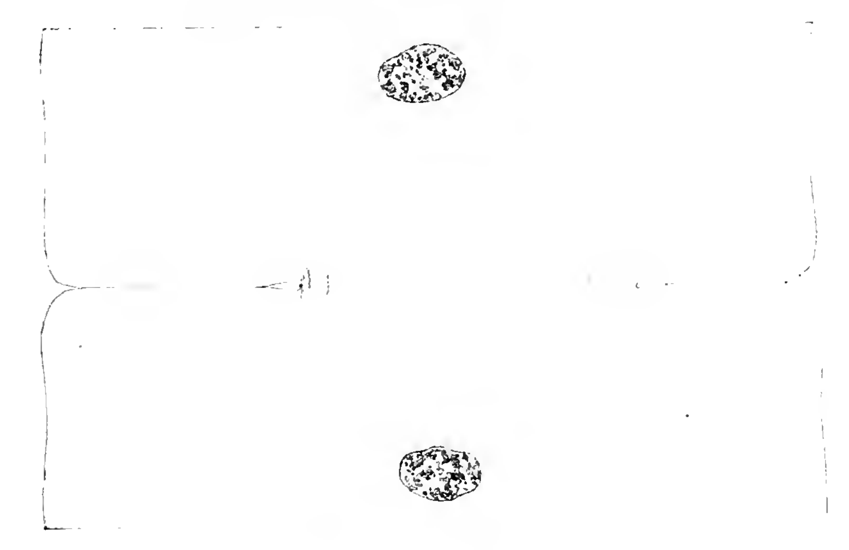


Fig. 2

Fig. 2. — Télophase de gros blastomères de *Trutta fario*. × 400. Les filaments connectifs sont en voie de disparition. Toute la région équatoriale de la cellule présente les premiers rudiment d'une différenciation fibrillaire. C'est le début de la « palissade equatoriale ».

central, qui se sont progressivement rétractées, ont presque totalement disparu et les filaments réunissants présentent leur développement maximum.

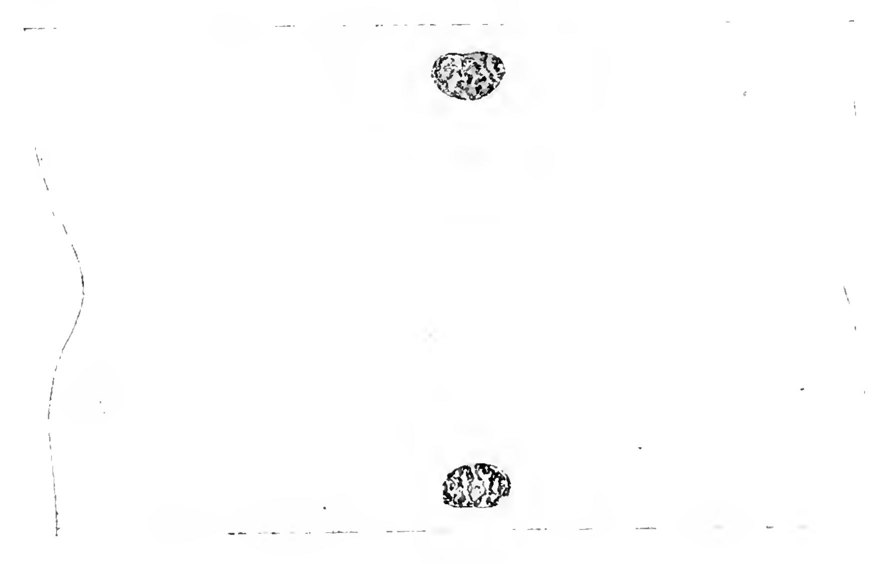


Fig. 3

Fig. 3. — Télophase de gros blastomères de *Trutta fario* × 400. Les filaments connectifs sont complètement disparus. L'équateur de la cellule est occupée par un nombre considérable de minces et courts filaments de nouvelle formation. C'est la « palissade équatoriale ».

Jusqu'ici, la division des gros blastomères s'est réalisée selon la description classique établie par Henneguy et His. Mais une particu-

larité semblable à celle que nous avons signalée chez *Lithobius* et *Geophilus* caractérise la télophase de ces volumineux éléments. Le début de la télophase est marquée par la reconstitution des noyaux-filles. Pendant toute la durée de ce processus, les fibres unitives s'effacent peu à peu (fig. 2). La disparition de ces fibres commence au niveau de leurs extrémités; elles s'estompent ainsi graduelle-

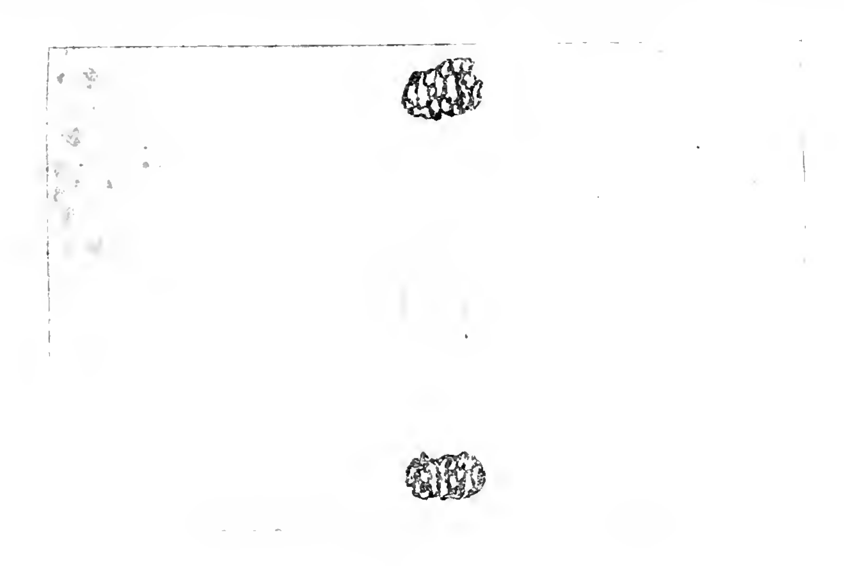


Fig. 4

FIG. 4. — Plasmodiérèse de gros blastomeres de *Trutta fario*. × 400. L'invagination de la membrane cellulaire repousse excentriquement les filaments equatoriaux qui sont ainsi de plus en plus reserrés les uns contre les autres.

ment et s'effacent dans le cytoplasma. A ce moment, de nouvelles formations filamenteuses se différencient au niveau de la région cellullaire équatoriale. Ce sont de minces filaments très courts, rectilignes ou légèrement onduleux, qui se développent dans toute l'étendue de la région équatoriale jusqu'à la face interne de la membrane cellulaire. Ces filaments sont très grêles, serrés les uns contre les autres, extrêmement abondants et figurent dans leur ensemble, sur une coupe axiale de la cellule, une sorte de palissade équatoriale (fig. 3). Ils sont au début finement granuleux et paraissent être constitués par des microsomes cytoplasmiques juxtaposés. Ils s'épaississent ensuite légèrement, surtout au niveau de leur région centrale, et en même temps deviennent plus homogènes. La plasmodiérèse débute par l'invagination périphérique de la membrane cellulaire; cette invagination s'accentue de plus en plus et refoule au devant d'elle les filaments équatoriaux, dont les plus internes sont reployés en forme d'arc, à concavité tournée en dehors (fig. 4). Ces filaments sont peu à peu rassemblés en une

formation compacte, en forme de gerbe nouée en son milieu, qui occupe soit une situation centrale sur l'axe de la cellule en cytodiérèse, soit une situation excentrique. Les filaments les plus périphériques de cette gerbe présentent alors un épaississement chromatique assez marqué au niveau de leur région centrale. Cet épaississement, d'abord allongé, se condense bientôt en un petit nodule arrondi ; tous ces nodules dessinent une couronne granuleuse qui occupe la périphérie de la gerbe au niveau de son équateur et en face de l'extrémité de l'invagination plasmodiérétique. Les innombrables filaments resserrés au centre de cette couronne ne paraissent pas montrer de semblables nodules, ou du moins leur région centrale ne présente pas de condensation aussi volumineuse et surtout aussi nettement chromatique que les filaments périphériques. (fig. 5).

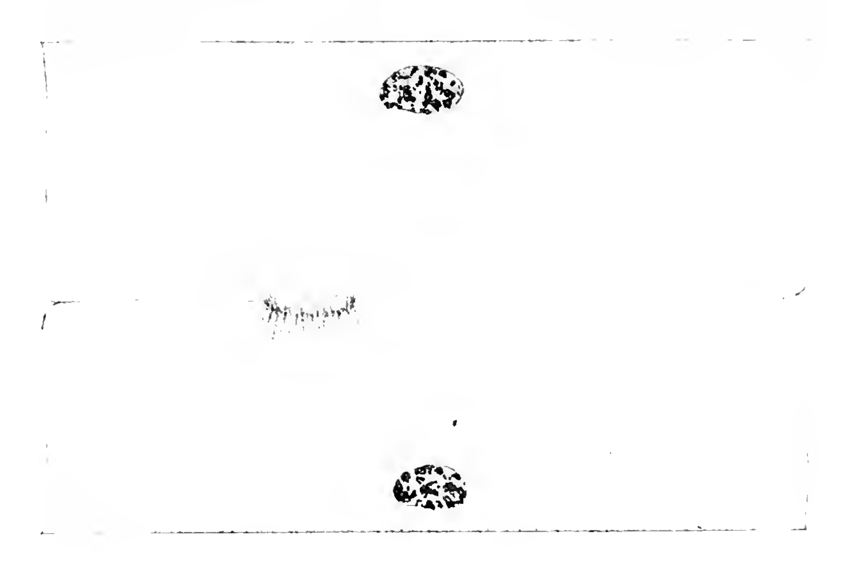


Fig. 5

Fig. 5. — Plasmodiérèse de gros blastomères de *Trutta fario*. × 400. Les filaments équatoriaux sont resserrés en une formation en forme de gerbe qui relie encore l'une avec l'autre les deux cellules-filles. La région centrale de tous ces filaments présente un épaississement fusiforme, surtout bien marqué sur les filaments périphériques.

La plasmodiérèse s'arrête un certain temps à ce stade ; puis les filaments de la « gerbe de séparation » s'effacent peu à peu, tout d'abord au-dessus et au-dessous des granules équatoriaux ; les membranes intercellullaires se complètent et les restes des filaments disparaissent peu à peu dans le cytoplasme des cellules-filles.

B. Télophase des petits blastomères. — Les filaments réunissants ne disparaissent pas pendant la télophase des petits blastomères. Ils continuent à s'allonger et à augmenter de volume, au con-

traire, pendant la reconstitution des noyaux-filles. En même temps, les plus externes s'incurvent de dedans en dehors, en présentant souvent un aspect légèrement onduleux, analogue à celui qui a été décrit par MEVES dans les mitoses spermatocytaires de *Salamandra maculosa*. Leur convexité vient ainsi au contact de la face interne de la membrane cellulaire. Celle-ci s'étrangle annulairement dans le plan équatorial de la cellule-mère, resserre les filaments réunissants les uns contre les autres. L'invagination de la membrane cellullaire peut être plus rapide sur une des faces de la cellule-mère que sur l'autre face; aussi, le plus souvent, le faisceau étranglé de filaments réunissants est-il très excentrique et même quelquefois est-il rejeté non loin de la face interne de la membrane cellulaire. Des corpuscules intermédiaires se différencient sur ces filaments dont l'ensemble dessine la figure bien connue appelée résidu fusorial. La fin de la plasmodiérèse et la disparition de ce résidu fusorial ne présentent rien de particulier. Par conséquent, la télophase des petits blastomères se différencie de la télophase des gros blastomères par ce fait que les filaments connectifs ne disparaissent pas pendant la reconstitution des noyaux-filles et constituent les fibres du résidu fusorial.

Il résulte donc de ces observations que, dans les blastomères de la Truite, des filaments équatoriaux se développent seulement dans les cellules très volumineuses. Avant l'étranglement plasmodiérétique, tout le champ équatorial se remplit de différenciations filamenteuses, mais celles-ci sont des néoformations télophasiques, quand les différenciations filamenteuses des phases mitotiques antérieures sont trop peu nombreuses, comme c'est le cas dans les très gros blastomères; ce sont au contraire les fibres constitutives de la dernière figure fusoriale de la cytodiérèse, quand celles-ci sont suffisamment nombreuses pour remplir le champ équatorial cellullaire, comme c'est le cas dans les petits blastomères.

C. CONCLUSIONS. — Les formations filamenteuses axiales qui se différencient au cours des mitoses des gros blastomères chez les Salmonides sont donc successivement les suivantes :

1° Un système de fibrilles tendues entre les centres cinétiques au début de leur écartement. C'est le *fuseau protoplasmique primaire*, signalé par HENNEGUY, formation destinée à disparaître quand l'éloignement des centres est devenu assez considérable.

2° Un fuseau secondaire, véritable fuseau caryodiérétique, qui se

constitue aux dépens des deux régions de l'aster orientées vers le noyau.

3° Un système de fibrilles qui se développent entre les plaques polaires pendant leur mouvement ascensionnel vers les pôles. Ce sont les filaments continus ou réunissants. Ces filaments sont étranglés par l'invagination de la membrane cellulaire pendant la plasmodiérèse et constituent le *résidu fusorial* dans les petits blastomères.

4° Un quatrième système de fibrilles se constitue pendant la télophase des gros blastomères après la disparition des filaments continus ou réunissants. Ce sont des filaments courts, grêles et très nombreux, qui occupent toute l'étendue de l'équateur de la cellule-mère et qui sont resserrées à la fin de la plasmodiérèse en une formation en forme de gerbe identique à un résidu fusorial. Rappelons que nous avons fait la même observation dans les mitoses spermatocytaires du *Lithobius* et du *Geophilus*, et que Carnoy avait signalé dans les mitoses de maturation chez *Ascaris* un phénomène analogue. Cet auteur avait désigné sous le nom de *fuseau de séparation* ces différenciations télophasiques, bien qu'il s'agisse ici ni de résidus fusoriaux, ni de formations en forme de fuseau. Nous proposerons les termes de *palissade équatoriale* pour désigner l'ensemble des filaments différenciés dans toute l'étendue de l'équateur cellulaire, et celui de *gerbe de séparation* pour désigner la figure constituée par ces filaments quand ils sont resserrés par l'invagination concentrique de la membrane cellulaire. Le terme de résidu fusorial est en effet tout à fait impropre dans les mitoses qui présentent les particularités sus-indiquées pendant la télophase et la plasmodiérèse.

XIII

BIBLIOTHÈQUE DU LABORATOIRE ARAGO [1]

MÉMOIRES ET VOLUMES ISOLÉS

L

LEMOINE (V.). — Recherches sur le développement des Podurelles, Paris, 1883.

LENDENFELD (R. v.). — A monograph of the horny Sponges, London, 1889.

LENNEP (R. v.). — Catalogue alphabétique des Cones actuellement connus, 1876.

LENSSEN (J.). — Système digestif et système génital de la *Neritina fluviatilis*, Louvain, 1899.

LÉON (N.). — Disposition anatomique des organes de succion chez les Hydrocores et les Géocores, Jassy, 1888.

LEPELETIER DE SAINT-FARGEAU (A.). — Histoire naturelle des Insectes hyménoptères, 4 vol. in-8 et atlas, Paris, 1836.

LE ROUX (M.). — Recherches sur le système nerveux des Poissons, Caen, 1887.

LESLIÉ (G.) and W.-A. HERDMAN. — The Invertebrate fauna of the Firth of Forth, Edinburgh, 1881.

LESNE (P.). — Mœurs du *Limosina sacra*, Paris, 1896.

LESSON (R.-P.). — Histoire naturelle des Zoophytes. Acalèphes, Paris, 1843.

LETELLIER (A.). — Étude de la fonction urinaire chez les Mollusques acéphales, Poitiers, 1887.

LEUCKART (R.). — Die ungeschlechtliche Fortpflanzung der Cecidomyienlarven, Giessen, 1865

LEUCKART (R.). — Ueber die Lebensgeschichte der sog. *Anguillula stercoralis* und deren Beziehungen zu der sog. *Ang. intestinalis*, Dresden, 1882.

LEUCKART (R.). — Helminthologische Mittheilungen. 2. Zur Entwickelungsgeschichte der Nematoden.

LEVINSEN (G.-M.-R.). — Om nogle parasitiske Krebsdyr, der snylte hos Annelider, Copenhague, 1877.

LEVINSEN (G.-M.-R.). — Om to nye Slægter af arctiske chætopode Annelider, Copenhague, 1878.

LEVINSEN (G.-M.-R.). — Bidrag til Kundskab om Grölands Turbellariefauna, Copenhague, 1879.

[1] Voir NOTES ET REVUE, [3] Tome IX, n°s 2, 3, 4, 5. [3] Tome X, n°s 2, 3, 6, 7. [4] Tome I, n°s 1, 2, 5, 8, 9. [4] Tome II, n°s 2, 4, 7, 8, 11. [4] Tome III, n°s 1, 2 et 4.

LEVINSEN (G.-M.-R.). — Om nogle pelagiske Annulata (Spolia atlantica). Copenhague, 1885-1886.

LEYDIG (F.). — Naturgeschichte des Daphniden, Tübingen, 1860.

LEYDIG (F.). — Das Auge der Gliederthiere, Tübingen, 1864.

LEYDIG (F.). — Tafeln zur vergleichenden Anatomie. — Erstes Heft. Zum Nervensystem und den Sinnesorganen der Würmer und Gliederfüssler, Tübingen, 1864.

LEYDYG (F.). — Traité d'histologie comparée de l'homme et des animaux, Paris, 1866.

LEYDIG (F.). — Der Eierstock und die Samentasche der Insekten, Dresden, 1866.

LEYDIG (F.). — Ueber die Schleichenlurche (*Cæciliae*), Leipzig, 1867.

Paru le 28 Février 1905.

Les directeurs :

G. PRUVOT et E.-G. RACOVITZA.

Eug. MORIEU, Imp.-Grav., 140, Boul. Raspail Paris (Téléphone 701-75

ARCHIVES

DE

ZOOLOGIE EXPÉRIMENTALE ET GÉNÉRALE

FONDÉES PAR

H. DE LACAZE-DUTHIERS

PUBLIÉES SOUS LA DIRECTION DE

G. PRUVOT ET E. G. RACOVITZA

Chargé de Cours à la Sorbonne
Directeur du Laboratoire Arago

Docteur ès sciences
Sous-Directeur du Laboratoire Arago

4e Série, T. III. NOTES ET REVUE 1905. N° 6

XIV

SUR L'ORIENTATION AUDITIVE LATÉRALE

(Discussion)

A la suite de l'article publié par M. le professeur Delage dans le numéro 3 des NOTES ET REVUE de ce volume et portant le titre « Sur l'orientation auditive latérale », M. le Dr Bard, dont il critiquait les théories, nous a demandé de répondre aux objections qu'on lui faisait.

D'accord avec les auteurs intéressés, nous avons communiqué la réponse de M. Bard à M. Delage et la réplique de M. Delage à M. Bard, qui, finalement a demandé de préciser les points sur lesquels portait le conflit.

Nous publions ci-dessous ces trois articles, et nous considérons cette polémique comme close, en ce qui concerne les Archives, le droit de réponse ayant reçu entière satisfaction.

N. d. l. D.

RÉPONSE DE M. LE DOCTEUR BARD

Professeur de clinique médicale à l'Université de Genève

Les objections adressées par M. Delage, dans ce Journal, à ce qu'il appelle avec quelque raison le point fondamental de ma théorie de l'orientation auditive latérale, procèdent, il me semble, d'une compréhension incomplète de ce point fondamental, justifiée peut-être en partie par la brièveté de mon propre exposé.

Pour des raisons physiologiques signalées dans mon article initial, je suis arrivé à penser que l'orientation auditive ne pouvait procéder que de l'analyse directe par l'oreille d'un élément des ondes sonores, capable de révéler le sens de leur propagation. Aucun élément de cette nature n'étant actuellement signalé dans les descriptions physiques, je l'ai trouvé dans *les modifications que subit le mouvement vibratoire par le fait de son amortissement*, dû aux résistances qu'il subit dans le sens même de sa propagation.

Telle est la base et le point fondamental de la théorie; j'ai dû envisager ensuite le mécanisme de la perception par l'oreille du sens de cet amortissement ; c'est alors qu'intervient le schéma reproduit par M. Delage et qui sert de base à ses objections.

Il importe d'abord de remarquer que ce schéma ne reproduit que les effets isolés de chaque impulsion subie par la molécule, alors que ses oscillations réelles sont engendrées par des impulsions successives, *de sens constant, mais d'intensité variable*, s'ajoutant pendant toute la durée de production du bruit. Le seul but du schéma est de montrer que, quelles que puissent être les recrudescences variables des amplitudes dues aux phases de l'onde et aux variations d'intensité du bruit, les oscillations successives obéissent chacune à une loi constante : la somme des amplitudes en avant (en aval, par rapport au sens de propagation de l'onde) est toujours supérieure à la somme des amplitudes en arrière. C'est à cette constante que j'attribue la possibilité pour l'oreille de distinguer une onde centripète, à somme positive, d'une onde centrifuge, à somme négative, et, par là, de fixer l'orientation latérale de son point de départ.

M. Delage accepte qu'il existe des différences entre les longueurs

des demi-amplitudes opposées, ce qui me dispense de revenir sur leur réalité, bien que ce soit là une hypothèse nouvelle qui m'est personnelle.

Par contre, il affirme que ces différences ne sauraient avoir les effets que je leur attribue, parce qu'elles sont *insignifiantes*, et parce qu'elles sont *relatives*, c'est-à-dire sans doute de valeur indépendante du sens de la propagation des ondes.

Pour ce qui concerne leur insignifiance, je pourrais me contenter de répondre que leur valeur absolue n'est pas en cause; ce qui importe, c'est uniquement leur perceptibilité par l'oreille, dont M. Delage, pas plus que moi, ne peut fixer la limite de puissance. La réponse même de M. Delage me permet d'aller plus loin; il s'est donné la peine de calculer mathémathiquement les différences discutées et il les évalue, au cours du phénomène, aux deux tiers de la demi-amplitude maximale, soit au tiers de l'amplitude totale; n'est-ce pas là une preuve suffisante que ces différences sont de l'ordre des grandeurs que l'oreille perçoit aisément, puisque c'est simplement par les différences des amplitudes des divers sons qu'elle apprécie leurs intensités, jugeant alors de différences bien inférieures au tiers de ces amplitudes.

Pour établir la relativité des différences que j'invoque, M. Delage fait d'abord remarquer que, dans mon schéma, la différence n'est positive que si l'on compte à partir du commencement même du mouvement, et qu'elle devient négative si l'on fait abstraction de la première vibration simple. Assurément, mais on n'a le droit de faire abstraction de rien, et il faut bien considérer le mouvement dès son début et non à partir d'un point de sa trajectoire, choisi arbitrairement.

M. Delage croit pouvoir éviter l'arbitraire de cette suppression, en s'adressant à des « sons commençant par une demi-amplitude d'amont ». Je ne crois pas qu'il en existe, et ce n'est pas le cas à coup sûr de ceux qu'il a choisis.

On sait en effet que, dans un milieu homogène, les ondes sonores se propagent autour du lieu de production des bruits, également dans toutes les directions, et de telle sorte que toute surface sphérique, dont la source sonore occupe le centre, se trouve en même temps à la même phase de l'onde; ce fait exclut toute possibilité pour l'onde de partir de ce centre, d'un côté sous forme d'onde condensée, de l'autre sous forme d'onde dilatée, comme M. Delage

l'admet pour les deux cas qu'il invoque. Il y aurait beaucoup à dire sur les causes de cette erreur d'interprétation, la principale est la confusion établie entre les déplacements des couches d'air adjacentes aux parties vibrantes et les oscillations moléculaires, tant solidiennes qu'aériennes, qui fixent seules les phases de l'onde sonore.

M. Delage parait croire que j'attache la production des différences des demi-amplitudes d'avant et d'arrière à leur ordre de succession, alors que celui-ci n'est que secondaire et accessoire: ce qui est essentiel, c'est le *sens de l'amortissement* du mouvement, imposé lui-même par le sens des résistances qu'il subit, c'est-à-dire par celui de la propagation de l'onde, et nullement par son mode de production originelle, non plus que par le caractère positif ou négatif de la première demi-longueur d'onde.

En résumé, les différences des demi-amplitudes d'avant et d'arrière *ne sont pas insignifiantes*, puisqu'elles sont de l'ordre de grandeur de ces amplitudes elles-mêmes; elles *ne sont pas relatives*, puisqu'elles dépendent de l'amortissement du mouvement, qui est lui-même fonction du sens de sa propagation à distance. Par suite, elles ont assurément des *effets réels;* si M. Delage conteste que parmi ces effets puissent figurer ceux que je leur attribue, je suis tout à sa dispositition pour discuter ses raisons.

RÉPLIQUE DE M. DELAGE

Laissant de côté les appréciations vagues ou personnelles qui éterniseraient la discussion sans la faire progresser, je m'en tiendrai aux questions de fait.

1° De ce que la somme des demi-amplitudes d'aval peut excéder celle des demi-amplitudes d'amont d'une quantité égale à un tiers de vibration, M. Bard conclut que l'oreille doit percevoir cette différence. Il ne remarque pas que cette différence est une intégration, une somme de petites différences aussi nombreuses que les vibrations elles-mêmes qui s'accomplissent jusqu'à l'extinction de chaque son élémentaire. L'oreille reçoit successivement les excitations qui lui sont transmises et si ces excitations sont, chacune,

individuellement, trop faibles pour être perçues, ce n'est pas parce qu'il s'en produira successivement cent ou mille qu'elle les percevra davantage.

Mais il faut remarquer que la différence entre les demi-amplitudes d'aval et d'amont constituant une même vibration complète va en diminuant au fur et à mesure que les vibrations vont en s'amortissant, en sorte que cette différence est plus grande pour la première vibration complète que pour les suivantes; et elle pourrait être assez grande, pour cette première vibration, pour être perceptible, bien qu'elle ne le fût pas dans les vibrations suivantes.

L'étude mathémathique de cette face de la question conduit à une conclusion qui fournit un nouvel argument contre la théorie de M. Bard.

Dans l'évaluation numérique de la formule de ma note précédente, j'ai pris le cas le plus favorable à la théorie de M. Bard, celui où $\alpha = 1$, valeur limite qu'il n'atteint jamais dans la réalité. La différence de longueur entre les deux parties aval $(ma + an)$ et amont $(nb + bm_1)$ de la première vibration complete $manbm_1$ est :

$$2A(e^{-\alpha} - e^{-3\alpha}) = 2A\left(\frac{e^{2\alpha} - 1}{e^{3\alpha}}\right).$$

Si, dans cette expression, on fait successivement $\alpha = 1$, $\alpha = 0{,}1$, $\alpha = 0{,}01$, on trouve pour cette différence les valeurs : $2A \times 0{,}313$, $2A \times 0{,}164$, $2A \times 0{,}019$. Ces différences sont, en gros, les 30 centièmes, les 16 centièmes et les 2 centièmes de la longueur d'une demi-vibration totale ab.

Elles vont donc en diminuant très rapidement au fur et à mesure que α s'éloigne de 1.

Or, quels sont les tons pour lesquels α est voisin de 1? Ce sont les sons très secs dont les vibrations s'amortissent presque instantanément. Et quels sont ceux où α est très faible, très voisin de 0? Ce sont ceux où les vibrations sont très prolongées, comme celles d'une cloche ou d'un diapason. En sorte que, si la théorie de M. Bard était vraie, on reconnaîtrait beaucoup mieux la direction d'où vient un son quand ce son est sec, cassant, que lorsqu'il est formé de vibrations s'amortissant avec une grande lenteur.

2° En ce qui concerne les sons commençant par une demi-amplitude négative, je maintiens absolument tout ce que j'ai avancé. Si M. Bard n'est pas convaincu par l'évidence du raisonnement, il n'a

qu'à soumettre le cas à n'importe quel physicien. Je l'ai fait, de mon côté, et la conclusion est que le doute n'est pas permis. — M. Bard m'accuse de confondre « les déplacements des couches d'air adjacentes aux parties vibrantes avec les oscillations moléculaires tant solidiennes qu'aériennes qui fixent seules les phases de l'onde sonore ». Je fais cette confusion, en effet, et avec raison. Les *oscillations solidiennes*, origines du son, se transmettent dans l'air uniquement par les *déplacements des couches d'air adjacentes aux parties vibrantes*. Ces déplacements sont vibratoires, c'est-à-dire formés d'allées et venues des molécules d'air autour d'une position moyenne : les couches d'air ne cheminent pas d'une manière continue dans le sens de la propagation du son, mais les ondes cheminent ainsi, poussées chacune par celles nées après elles, et si la première d'entre elles est une onde dilatée, elle restera telle jusqu'à son extinction. Le prétendu principe, invoqué par M. Bard, que toute surface sphérique ayant pour centre le centre du corps sonore est en tous ses points à la même phase de l'onde, n'a aucune réalité.

Enfin, M. Bard déclare que l'ordre de succession des demi-amplitudes est secondaire et accessoire et que ce qui importe, c'est le *sens de l'amortissement*. Cela n'est pas exact. Le sens de l'amortissement nécessaire à la théorie de M. Bard, c'est le caractère positif ou négatif des excès des demi-amplitudes d'aval sur celles d'amont. Or, cet excès est positif si, dans cette succession, la première demi-amplitude est d'aval, il est négatif si elle est d'amont.

Le sort de la théorie est lié au fait que cet excès est positif ou négatif et par conséquent à l'ordre de succession des demi-amplitudes, et en particulier au sens de la première demi-amplitude.

Or, j'ai démontré par le raisonnement et par l'expérience que l'effet sur l'oreille était indépendant de ce facteur.

DEUXIÈME RÉPONSE DE M. LE DOCTEUR BARD

Il est évident que je ne puis pas abuser de la bonne volonté des ARCHIVES en poussant la discussion à fond ; il suffira de bien préciser les points de divergence, pour permettre à chacun de les apprécier à son gré.

1° J'accepte entièrement les valeurs absolues calculées par M. Delage, mais je maintiens qu'elles sont suffisantes pour servir de base à une perception sensorielle. La valeur de ces différences utilisée par l'oreille est d'ailleurs leur valeur initiale maximale, et non celle de la période d'amortissement de chaque impulsion élémentaire; dans un son réel, cette valeur persiste en effet au taux du début pendant toute la durée d'activité de la source sonore, parce que ce son est dû à une succession ininterrompue d'impulsions élémentaires nouvelles, dont chacune superpose ses effets à l'amortissement des précédentes. J'ajouterai que la sommation des excitations, c'est-à-dire le fait qu'une excita tion trop faible pour être perçue isolément peut le devenir par sa répétition, est une loi physiologique bien établie.

2° Je maintiens que, dans les exemples choisis par M. Delage, le départ de l'onde sonore se fait *symétriquement et successivement* à la même phase de l'onde dans toutes les directions. Je maintiens que les vibrations moléculaires sonores sont distinctes des déplacements *en masse* des couches d'air, adjacentes ou non aux parties vibrantes, dans lesquelles ces vibrations moléculaires se produisent; il est vrai toutefois que la séparation de ces deux ordres de mouvements n'est pas toujours faite comme elle devrait l'être, et j'aurai à y revenir dans des travaux ultérieurs. J'ajouterai que j'ai, comme M. Delage, consulté plusieurs physiciens sur ce point et qu'ils ont accepté mes raisons.

3° Le rôle réciproque de l'ordre de succession des demi-amplitudes et du sens de l'amortissement exigerait de longs développements, inutiles ici puisque ce point est en dehors des deux objections formulées par M. Delage. Je me contenterai de dire que, si j'attribue la prédominance au sens de l'amortissement, c'est parce que c'est à lui que doit son existence l'excès des amplitudes d'avant sur celles d'arrière, excès qui est, en effet, mais qui est, *seul*, la base physique nécessaire de ma théorie physiologique.

REVUES CRITIQUES

XV

QUESTIONS RELATIVES AUX CELLULES MUSCULAIRES

par A. PRENANT
Professeur à l'Université de Nancy

IV. — La Substance musculaire

§ 2

THÉORIES DE LA STRUCTURE DE LA SUBSTANCE MUSCULAIRE

(Suite)[1]

2°. — Théorie fibrillaire

La plupart des auteurs, qui ont écrit sur la structure du muscle, se sont bornés à constater l'existence des fibrilles et à reconnaître leur importance, et n'ont pas songé à se demander quelle était leur véritable situation dans l'ensemble structural de l'élément musculaire, afin de connaître, en précisant leur place, leur exacte signification. Uniquement occupés de la structure musculaire, étroitement myologistes plutôt que cytologistes soucieux d'établir des comparaisons entre toutes sortes de cellules, ils ont sous-entendu, pour plus de simplicité et de commodité, que les fibrilles musculaires étaient des formations spéciales; et bien que s'occupant minutieusement de la structure de la substance musculaire, de la constitution et des rapports des fibrilles, ils laissaient en réalité celles-ci isolées en quelque sorte dans la structure cellulaire. Il en est autrement, comme on l'a vu, avec la théorie alvéolo-fibrillaire, telle que l'a formulée HEIDENHAIN, qui place les fibrilles dans le plan fondamental de structure, qui est une véritable théorie cytologique.

Il existe, d'autre part, une théorie exclusivement fibrillaire, où se trouve affirmée l'autonomie absolue des fibrilles dans l'ensemble structural de l'élément musculaire. APATHY (1889, 1892, 1893), qui a reconnu l'existence et la préexistence des fibrilles, se distingue des autres auteurs, parce qu'il a précisé la notion de fibrille, poussé la théorie fibrillaire jusqu'à ses limites extrêmes, en déclarant ce que les autres n'avaient que sous-entendu, à savoir que les fibrilles non seulement existent, mais encore existent indépendamment de la structure cellulaire. Pour lui, la structure fibrillaire du muscle (comme aussi d'ailleurs celle du nerf) ne peut être rattachée au type alveolaire du protoplasma. La disposition fibrillaire n'est

[1] Voir NOTES ET REVUE, (3) Tome I, nos 3, 4, 5, 6, 7. (4) Tome II, nos 6, 7, 4, 8. (4) Tome III, nos 2 et 3.

pas le résultat de l'allongement des travées longitudinales des alvéoles; car ces fibrilles devraient être réunies par des anastomoses transversales représentant les travées transversales des alvéoles; ce dont l'auteur n'a pu se convaincre par l'examen des fibres musculaires des Hirudinées et des Nématodes (voir p. XXXI, fig. 1). Loin de ne voir dans les fibrilles musculaires (et nerveuses) qu'une modification du protoplasma ordinaire, il faut faire la distinction entre celui-ci et celles-là : l'un producteur, les autres produits. Dans un dernier article APATHY (**1902**) paraît être disposé à atténuer le caractère intransigeant de sa théorie, sans en abandonner le principe essentiel. La théorie fibrillaire d'APATHY, partagée par quelques autres auteurs, tels que ROHDE (**1892**), s'oppose donc à la théorie alvéolo-fibrillaire.

2°. — Théorie de la constitution spirale de la case musculaire

On peut rattacher à la théorie fibrillaire de la fibre musculaire celle qui attribue la striation transversale qui apparaît dans la substance musculaire à l'existence d'une spirale, dont les tours très surbaissés produiraient l'aspect transversalement strié. L'idée première d'une telle explication revient à ROUGET (**1863**) ou même à HENLE (**1847**). Ce dernier s'était représenté la fibre musculaire comme entourée de rubans disposés annulairement ou en spirale, d'où l'aspect d'une striation transversale. ROUGET, ayant observé que le raccourcissement du pédoncule musculaire des Vorticelles donnait lieu à une spirale très serrée, a supposé que les fibrilles musculaires étaient disposées suivant des spirales, dont les tours se rapprochaient pendant la contraction jusqu'à venir au contact et simuler des disques transversaux. MARCHESINI ET FERRARI (**1895**) se sont ralliés à une conception analogue de la structure musculaire, d'après les observations qu'ils ont faites sur les muscles adducteurs des valves des Mollusques Lamellibranches, et qui leur ont montré les fibrilles disposées suivant un trajet spiralé.

MÜNCH (**1903**) a voulu, dans un ingénieux mémoire, rempli d'aperçus fort originaux, donner à la théorie spirale une base stéréométrique. Il a construit toutes les figures qu'on peut avoir à interpréter en examinant une spirale, et en a donné l'interprétation. Puis, appliquant ces données stéréométriques à l'examen des fibres musculaires, il a envisagé toutes les possibilités réalisées dans une préparation musculaire, la décomposition longitudinale en fibrilles, la segmentation transversale en disques, la double fragmentation longitudinale et transversale. Rejetant, comme capable de fournir des images fautives, la méthode des coupes, il n'examine que des fibres dissociées, notamment celles des muscles ramifiés et anastomosés des Insectes. Il faut bien dire toutefois que les figures, d'ailleurs bien connues, qu'il en donne, ne sont pas faites pour entraîner la conviction et que les spirales qu'il y voit peuvent être le résultat des tiraillements produits par la dissociation. On souscrira volontiers à certaines de ses conclusions, telles que celle-ci déjà avancée par HEIDENHAIN

et par d'autres : il n'est pas de fibrille si mince qui ne puisse être décomposée en fibrilles plus fines encore. On acceptera plus difficilement sa principale conclusion, d'après laquelle il n'y a pas de vraie striation transversale, et selon laquelle le principe contractile est un disque spiral anisotrope qui court dans une substance isotrope à l'intérieur d'une fibre musculaire indivisible en fibrilles.

3°. — *Théorie réticulaires ou alvéolaire*

De même que la théorie fibrillaire ne tient compte que des fibrilles, de même il y a une théorie exclusivement réticulaire ou alvéolaire, pour laquelle les fibrilles ne sont qu'une apparence, d'après laquelle la structure fonctionnelle ou fibrillaire n'est qu'un aspect, souvent artificiel, de la structure cellulaire ordinaire. Elle diffère de la théorie alvéolo-fibrillaire, parce qu'elle refuse à la charpente des cellules musculaires la propriété d'avoir différencié des fibrilles; elle correspond en quelque sorte à un état moins avancé de cette théorie. La structure fibrillaire n'est sans doute qu'une apparence, ou même un artifice, et l'examen attentif de la structure des éléments musculaires permet de retrouver en eux le schéma structural ordinaire de toute cellule, par exemple, la structure réticulaire ou alvéolaire, avec cette seule particularité due, à l'action mécanique produite par l'exercice de la fonction, que les travées du cytoplasme sont allongées et ordonnées dans le sens même où s'exerce cette fonction. C'est, en grande partie, à la suite de considérations analogues à celles-là qu'a pris naissance cette théorie non fibrillaire, mais réticulaire ou cellulaire, de la structure du muscle, qui est la plus simple de toutes, puisqu'elle rapproche le plus la substance musculaire du protoplasma ordinaire et fait faire le pas le moins grand à la différenciation musculaire.

Si l'on compare entre elles les diverses opinions qui ont été soutenues dans ce sens, on s'aperçoit que les intermédiaires ne manquent pas entre la théorie alvéolo-fibrillaire et une théorie purement alvéolaire ou réticulaire.

En procédant à partir de la première dans la direction de la seconde, on rencontre d'abord la manière de voir de Bütschli et Schewiakoff (**1891**). Les éléments contractiles, qui se présentent sous la forme de colonnettes ou de lamelles allongées dans le sens longitudinal, sont de structure alvéolaire, tout comme le sarcoplasma où il sont plongés (voir p. CIII, fig. 2). Les alvéoles dont ils se composent, allongés dans le sens longitudinal, arrondis ou elliptiques sur la coupe, sont eux-mêmes subdivisés par un réseau à mailles très fines. Cette structure appartient à la fois aux fibres musculaires lisses et aux fibres musculaires striées. Dans ces dernières, il y a en plus une différenciation longitudinale des éléments contractiles en disques alternativement hauts, mats, colorables, anisotropes, et courts, brillants, peu colorables, isotropes. Ces deux sortes de parties constituantes sont formées de deux rangées transversales de mailles allongées dans le sens de l'axe; la succession des deux parties inégale-

ment colorables et inégalement réfringentes produit la striation transversale. Dans le détail, la comparaison avec les données classiques peut se faire ainsi : le disque principal *Q* répond aux deux rangées transversales d'alvéoles de la partie anisotrope, la bande *Qh* à l'intervalle de ces deux rangées alvéolaires; les deux disques isotropes *E* correspondent aux rangées transversales de la partie isotrope; le disque *Z* est la ligne séparatrice des deux rangées transversales de la partie isotrope; chacun des disques *N* est la ligne de séparation entre les parties isotrope et anisotrope qui se suivent.

D'après ce compte-rendu de l'opinion de Bütschli et Schewiakoff, on pourrait croire qu'il n'y a entre elle et la théorie alvéolo-fibrillaire de Heidenhain qu'une distinction de pure forme et de langage. Une différence fondamentale sépare cependant les deux points de vue. Pour Heidenhain, les fibrilles ou colonnettes sont les produits de la différenciation de la paroi des alvéoles, tandis que pour Bütschli et son élève ces fibrilles ou

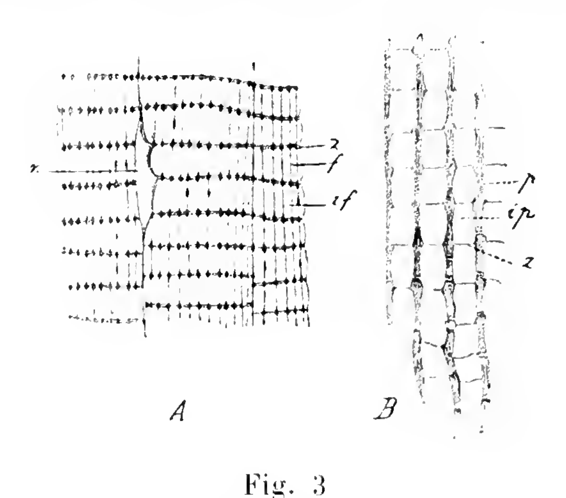


Fig. 3

Fig 3. — Fibres musculaires de la patte d'une Blatte et des ailes de l'Hydrophile. *A*, Blatte. — *B*. Hydrophile. — *f*. fibrilles préexistantes. — *p*. prismes préexistants. — *if*, substance interfibrillaire (fibrilles des auteurs). — *ip*, substance intercolumnaire ou interprismatique (colonnettes des auteurs). — *Z*, ligne *Z* ou de Krause. D'après Cajal (1888). Méth. de l'or.

colonnettes n'existent et ne se distinguent du sarcoplasma que par la régularité et la forme de leurs alvéoles et surtout par la nature de leur contenu ; la caractéristique fibrillaire est dans les mailles plutôt que dans les parois alvéolaires.

Dans la manière de voir de Ramon y Cajal (1888), les fibrilles ou colonnettes ne sont même plus des formations dues à la régularisation et à l'alignement longitudinal des mailles de la charpente, dont elles représentent les interstices ; et c'est cette charpente elle-même qui constitue les fibrilles préexistantes (fig. 3). A ne considérer cependant que les figures données par l'auteur, on pourrait prendre sa théorie pour une sorte de théorie réticulo-fibrillaire, très voisine de la théorie alvéolo-fibrillaire précédemment exposée. Les images sont en effet les mêmes que celles sur lesquelles s'appuie cette dernière. Mais l'interprétation est

toute différente. Tout ce qui est actif dans l'une, principal et préexistant, devient passif, accessoire et artificiel dans l'autre. Les fibrilles et les colonnettes des auteurs ne sont plus en effet qu'une matière interfibrillaire et intercolumnaire, et la substance sarcoplasmique interstitielle des auteurs devient ici les fibrilles préexistantes (fig. 3). Ces fibrilles forment la seule partie active, contractile des muscles. Elles sont réunies transversalement par des lamelles anastomosées qui, sur la coupe transversale, paraissent comme des réseaux, ou même par de simples réseaux; mais ces réseaux transversaux ne sont que des appareils de nutrition et de protection, qui adhèrent au sarcolemme. Une masse myosique interfibrillaire remplit les mailles de cette charpente; elle n'est autre d'ailleurs que le suc nutritif coagulable de la cellule musculaire. C'est cette masse qui donne lieu aux fibrilles et aux colonnettes des auteurs.

Avec Carnoy (1884), van Gehuchten (1887-1888, 1888 *a*), Melland (1885), Marshall (1887-1890), Bataillon (1891), la notion fibrillaire, même invertie, disparaît complètement. Les fibrilles n'existent pas, ou du moins ne préexistent pas, et ne sont que des produits artificiels. Les détails de constitution des fibrilles, auxquels on attribue classiquement le phénomène de la striation, sont également dus à des artifices de préparation. Fibrilles et disques fibrillaires sont des apparences prises par la substance cellulaire. Cette substance a une structure réticulaire et ne diffère en rien dans l'élément musculaire et dans les autres cellules. De là le nom de théorie réticulaire, qu'on donne à cette théorie et qu'on pourrait remplacer par celui de théorie cellulaire, plus convenable encore.

Cette théorie procède directement de la théorie réticulaire du protoplasma, dont elle n'est qu'une application particulière et qui, comme on le sait, a trouvé dans Carnoy son plus absolu défenseur. La substance musculaire se compose, comme celle de toute cellule, de deux parties : une charpente plastinienne, solide, monoréfringente, extensible et élastique, résistant aux réactifs dissolvants, formant un réseau régulier de travées longitudinales et transversales; une substance molle ou enchylème, ici chargée de myosine, biréfringente, soluble dans les acides et dans les dissolvants généraux, remplissant les mailles du réseau. Cette conception se résume dans la définition que Carnoy a donné de la fibre striée : « une cellule ordinaire dont le réticulum s'est régularisé, et l'enchylème chargé de myosine ». Elle est fondée en grande partie sur l'observation des fibres colorées par la méthode de l'or et a été vérifiée sur des fibres de Vertébrés, d'Arthropodes et même d'autres Invertébrés. Elle est commune à tous les auteurs précités, qui diffèrent assez cependant sur des points accessoires, pour que leur opinion doive être esquissée séparément.

Van Gehuchten qui, par ses observations nombreuses et précises, a donné le plus de corps à cette doctrine, a constaté que, chez les Arthropodes et les Vertébrés, la substance musculaire est formée de deux par-

ties : le réseau plastinien et le contenu enchylémateux des mailles. Le réseau est d'une régularité mathématique ; ses mailles communiquent toutes entre elles, et toutes celles d'un même plan sont juxtaposées régulièrement de telle sorte que les filaments transversaux qui limitent ces mailles en haut et en bas se trouvent situés au même niveau ; de même les filaments longitudinaux, qui rattachent les travées transversales, sont régulièrement parallèles entre eux (fig. 4, A et B). Ce sont

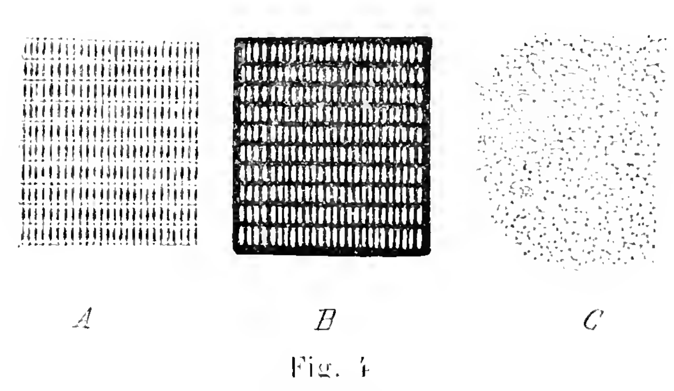


Fig. 4

Fig. 4. — Fibres musculaires d'*Anguis fragilis* avec la structure réticulaire. A. Fibre fixée par l'alcool. — B. La même observée avec l'appareil de polarisation. — C. Réseau transversal d'une fibre, traitée par le jus de citron. D'après van Gehuchten (1888).

ces filaments transversaux et longitudinaux qui, de même que dans tout autre élément cellulaire, sont la partie active, contractile. Les travées transversales produisent les détails de la striation et par exemple les membranes Z. Les travées longitudinales en imposent pour des fibrilles. Les disques ou articles, qu'on a distingués le long de la fibre, et notamment les disques Q, ou sarcous elemens, sont le résultat de la coagulation de l'enchylème myosique sur les nœuds du réseau ; chaque sarcous element est donc un complexe de deux parties : un nœud du réticulum et un dépôt de myosine coagulée qui le recouvre et l'empâte. La coagulation de la myosine se fait d'ailleurs d'une façon variable, suivant le cas et spécialement selon les réactifs employés. C'est la myosine coagulée sur les fibres du réticulum qui, étant biréfringente, donne lieu au phénomène des disques anisotropes (fig. 4, B).

A la manière de voir de van Gehuchten se rattachent celles de Melland et de Marshall.

Melland a constaté l'existence d'un réseau intracellulaire dans la cellule traitée par la méthode de l'or et même à l'état vivant ; le réseau est isotrope, plus fortement réfringent que le contenu des mailles qui est anisotrope. Marshall, comme van Gehuchten, attribue la vraie striation transversale de la fibre musculaire à l'existence du réseau intracellulaire, à la genèse et à la différenciation duquel il dit avoir assisté (1890). Dans tous les muscles dont les contractions sont rapides, cette striation se retrouve ; ainsi dans les muscles d'*Aurelia aurita*, dans le cœur de *Patella*, le muscle de l'odontophore d'*Helix*, le muscle adducteur des valves de *Pecten*, les muscles somatiques et le muscle cardiaque des Ver-

tébrés; mais elle fait défaut chez les Echinodermes, chez *Hirudo*, *Lumbricus* et dans le muscle des valves d'*Ostraea*. Les filaments longitudinaux et les filaments transversaux du réseau n'ont d'ailleurs pas le même rôle physiologique; les premiers seuls sont contractiles et actifs, les seconds ne jouent qu'un rôle passif, par leur élasticité (comme dans la théorie ordinaire, si l'on remplace les filaments longitudinaux par de vraies fibrilles).

On peut rattacher à ces opinions celle de Gruvel (1897). La fibre striée possède une structure alvéolaire; l'alvéole est rempli par un ellipsoïde; tous les ellipsoïdes d'une même série longitudinale sont unis par une gaîne protoplasmique commune. Le protoplasma interalvéolaire est seul actif dans la contraction, et les alvéoles ne changent de forme que sous la pression du sarcoplasma.

Il reste maintenant à présenter les critiques qu'on a adressées à la théorie alvéolo-réticulaire, autrement dit cellulaire.

Elle a été très attaquée par les partisans de la théorie fibrillaire, et notamment par Mingazzini (1888) et par Kölliker (1888-1889).

Mingazzini a nié l'existence du réseau de plastine et a considéré la fibre musculaire comme formée uniquement d'un faisceau de fibrilles parallèles, dont chacune est constituée par un tube cylindrique renfermant l'enchylème myosique; l'illusion des travées d'un réseau est produite par la coalescence des parois de deux fibrilles accolées, sur lesquelles l'enchylème coagulé s'est déposé. On voit ainsi que Mingazzini diffère plus, par l'interprétation que par le fond même de l'observation, de Van Gehuchten et des autres défenseurs de la théorie cellulaire.

Kölliker s'est attaché à combattre la théorie réticulaire plutôt en accumulant les preuves de l'existence des fibrilles, qu'en critiquant les faits sur lesquels la théorie s'appuie. On retrouverait donc, dans sa critique de la théorie réticulaire, surtout les arguments invoqués pour l'existence des fibrilles, entre autres celui qui est tiré des muscles fibrillaires des Insectes.

Van Gehuchten (1888) a d'ailleurs été obligé de faire à la théorie fibrillaire d'importantes concessions sur ce point. Il reconnaît une structure fibrillaire aux muscles de la pince de l'Écrevisse et dit que la décomposition fibrillaire des muscles thoraciques de certains Insectes est un fait d'observation.

Il admet donc l'existence de fibrilles naturelles, outre celles qui sont artificielles et dues aux seuls réactifs, et pense seulement qu'il serait téméraire de généraliser la structure fibrillaire de quelques muscles. Partant de là, il est amené à distinguer des muscles à structure fibrillaire et sans sarcolemme (ailes de certains Insectes, pinces de l'Écrevisse, muscle adducteur des valves de Peigne) et des muscles où chaque fibre, entourée de sarcolemme, consiste en un réticulum plasthnien et un enchylème (muscles des pattes des Arthropodes, de l'aile de certains Insectes et muscles des Vertébrés).

La critique de la théorie réticulaire, pour être juste, doit porter unique-

ment sur l'interprétation, car les faits qui ont été produits en sa faveur sont une réalité d'observation. Quant à l'interprétation, si elle est fautive, on ne doit pas oublier qu'elle contient au moins une part de vérité, puisque la théorie alvéolo-fibrillaire, qui paraît la meilleure, retient comme l'un de ses deux éléments indispensables la structure cellulaire (réticulaire ou alvéolaire) de la substance musculaire. Le plus grave reproche qu'on peut faire à cette théorie est d'être trop simpliste, puisque, avec elle, la structure musculaire est celle d'une cellule quelconque. Or, il est vraisemblable qu'à une fonction spéciale, telle que celle d'un muscle, correspond aussi une structure spéciale.

INDEX BIBLIOGRAPHIQUE [1]

1858. Amici. Ueber die Muskelfaser. (*Arch. f. path. Anat.*, xxvi).

1889. Apathy. Nach welcher Richtung soll die Nervenlehre reformiert werden? (*Biol. Centralblatt*, ix).

1892. Apathy. Ueber die kontraktilen Elemente der Muskelfaser und über die leitenden Elemente der Nerventibrillen. (*Sitz. der med. naturw. Sektion des siebenbürger Museums-Vereins, Naturw. Abth.*, xiv).

1892. Apathy. Kontraktile und leitende Primitivfibrillen. (*Mitth. d. zool. Stat. Neapel*, x).

1893. Apathy. Ueber die Muskelfasern von Ascaris, nebst Bemerkungen über die von Lumbricus und Hirudo. (*Zeitschr. f. wiss. Mikr.*, x).

1894. Apathy. Das leitende Element in den Muskelfasern von Ascaris. (*Arch. f. mikr. Anat.*, xliii).

1902. Apathy. M. Heidenhains und meine Auffassung der contractilen und leitenden Substanz und über die Grenze der Sichtbarkeit. (*Anat. Anz.*, xxi).

1877. Arnold, Ueber die Abscheidung des indigoschwefelsauren Natrons im Muskelgewebe (*Arch. f. path. Anat.*, lxxi) [daté à tort 1876 à la page cxxxii].

1898. Arnold. Ueber Struktur und Architektur der Zellen. (*Arch. f. mikr. Anat.*, lii).

1891. Bataillon. Rôle du noyau dans la formation du réticulum musculaire fondamental chez la larve de Phrygane. (*C. R. Acad. Sc.*, cxii).

1900. Benda. Weitere Beobachtungen über die Mitochondria, etc. (*Arch. f. Anat. und Phys., Phys. Abth.*, H. 1-2).

[1] Cet Index contient la liste des travaux cités dans les articles publiés dans les numéros 6, 7 et 8 du Tome II et les numéros 2 et 3 du Tome III des Notes et Revue de la quatrième série.

1902. Benda. Ueber den feineren Bau der glatten Muskelfasern des Menschen. (*Verh. d. Anat. Ges.*, xvi).

1876. Biedermann. Zur Lehre von Bau der quergestreiften Muskelfasern (*Sitz. d. K. Akad. Wien*, lxxiv) inexactement daté 1875, p. cxviii.

1873. Born. Beiträge zur Entwicklung der quergestreiften willkürlichen Muskeln der Saügethiere. (*In. Diss. Berlin*).

1840-1841. Bowman. On the minute Structure and Movements of voluntary Muscle. (*Philos. Trans. of Roy. Soc. London*).

1844. Bowman and Todd. The physiological Anatomy of Man. *London.*

1883. Bremer. Ueber die Muskelspindeln nebst Bemerkungen über Structur, Neubildung und Innervation der quergestreiften Muskelfaser. (*Arch. f. mikr. Anat.*, xxii).

1858. Brücke. Untersuchungen über den Bau der Muskelfaser mit Hülfe des polarisirten Lichts aufgestellt. (*Sitz. d. K. Akad. Wien*, xl).

1871. Brücke. Muskelfasern im polarisirten Licht. (*Stricker's Handbuch*).

1892. Bütschli. Ueber den feineren Bau der kontraktilen Substanz der Muskelzellen von Ascaris, nebst Bemerkungen über die Muskelzellen einiger anderer Würmer. (*Festschrift f. Leuckart*).

1890. Bütschli et Schewiakoff. Ueber den feineren Bau der quergestreiften Muskeln von Arthropoden. (*Biol. Centralblatt*, xi).

1888. Cajal. Observations sur la texture des fibres musculaires des pattes et des ailes des Insectes. (*Intern. Monatschrift f. Anat. u. Phys.*, v).

1884. Carnoy. La biologie cellulaire. *Lierre.*

1882. Danilewsky. Ueber die Abhängigkeit der Contractionsart der Muskeln von den Mengenverhältnissen einiger ihrer Bestandtheile. (*Zeitschr. f. physiol. Chemie*, vii).

1849. Dobie. Observations on the minute structure and mode of contraction of voluntary muscle fibre. (*Ann. and Magazine of Natural History*, iii).

1872. Dönitz. Beiträge zur Kenntniss der quergestreiften Muskelfasern. (*Arch. f. Anat. u. Phys.*).

1874. Dwight. Structure and action of striated muscular fibre. *Proc. of the Boston Soc. of. nat. history*, xvi, et *Monthly micr. Journal*, xii).

1900. Enderlein. Beitrag zur Kenntniss des Baues der quergestreiften Muskeln bei den Insekten. (*Arch. f. mikr. Anat.*, lv).

1871-1872. Engelmann. Over den bouw der dwargestreepte spiervezels, *et* Over de structuur verandering der dwargestreeepte spiervezels by contractie. (*Proces-verbaal der Kon. Akad. v. Wetenschappen te Amsterdam*).

1873. Engelmann. Mikroskopische Untersuchungen über die quergestreifte Muskelsubstanz. (*Arch. f. d. ges. Phys.*, vii et en hollandais : *in* : *Onderzoekingen gedaan in het physiol. labor. d. Utrechtsche hoogeschool*, ii).

1881. Engelmann. Ueber den Bau der quergestreiften Substanz an den Enden der Muskelfasern. (*Arch. f. d. ges. Phys.*, xxvi).

1901. Enriques. Sulle ninfosi nelle mosche : della separazione della sostanza anisotropa delle fibre muscolari larvali e di un suo probabile derivato cristalizzabile. (*Anat. Anz.*, xx).

1902. Eycleshymer. Nuclear Changes in the striated Muscle Cell of Necturus. (*Anat. Anz.*, xxi). [Daté à tort 1900 à la page cxx].

1876. Flemming. Beobachtungen über die Beschaffenheit des Zellkerns. (*Arch. f. mikr. Anat.*, xiii).

1872. Flögel. Ueber die quergestreiften Muskeln der Milben. (*Arch. f. mikr. Anat.*, viii).

1878. Froriep. Ueber das Sarcolemm und die Muskelkerne. (*Arch. f. Anat. u. Phys., Anat. Abth.*)

1893. Galeotti et Levi. Beitrag zur Kenntnis der Regeneration der quergestreiften Muskelfasern. (*Ziegler's Beiträge*, xiv).

1877. Gerlach (J.). Ueber das Verhältniss der nervösen und contractilen Substanz des quergestreiften Muskels. (*Arch. f. mikr. Anat.*, xiii).

1876. Gerlach (L.). Ueber das Verhalten des indigschwefel Natrons u. s. w. *Habilitationsschrift, Erlangen.*

1900. Godlewski (E.). Ueber die Kernvermehrung in den quergestreiften Muskelfasern der Wirbeltiere. (*Bull. intern. Acad. Sc. Cracovie, April*).

1884. Grützner. Zur Anatomie und Physiologie der quergestreiften Muskeln. (*Rec. zoologique Suisse*, i).

1896-1897. Gruvel. Sur quelques points de l'histologie des muscles de Cirrhipèdes. (*C. R. Ac. Sc.*, cxxiii), et : Histologie de l'appareil musculaire des Cirrhipèdes. (*Bibl. anatomique*).

1857. Haeckel. Ueber die Gewebe des Flusskrebses (*Müller's Archiv*).

1889. Haswell. A comparative Study of striated Muscle. (*Quart. Journ. of micr. Sc.*, xxx).

1881. Haycraft. Upon the course of the striation of voluntary muscular tissue. (*Quart. Journal of micr. Sc.* et *Proc. of the royal Soc. London*).

1891. Haycraft. On the minute Structure of striped muscle etc. (*Proc. of the royal Soc. London*, xlix) et : Ueber den feineren Bau des gestreiften Muskelgewebes mit besonderer Berücksichtigung einer neuen Methode zur Untersuchung desselben durch Abdrücken des Gewebes auf Collodium (*Zeitschr. f. Biologie*, xxviii.)

1899. Heidenhain. Struktur der kontraktilen Materie. I. Abschnitt. (*Ergebn. d. Anat. u. Entw.*, viii).

1900. Heidenhain. Ueber die Centralkapseln und Pseudochromosomen (*Anat. Anz.*, xviii).

1901. Heidenhain. Struktur der kontraktilen Materie. II. Abschnitt (*Ergebn. d. Anat. u. Entw.*) [inexactement daté 1900 à la page cxx].

1902. HEIDENHAIN. Das Protoplasma und die contractilen Fibrillärstructuren. (*Anat. Anz.*, XXI).

1902. HEIDENHAIN. Weitere Beiträge zur Beleuchtung des genetischen Verhältnisses zwischen molecularer und histologischer Structur (*Anat. Anz.*, XXI).

1873. HEITZMANN. Das Verhältniss zwischen Protoplasma und Grundsubstanz im Thierkörper (Untersuchungen über das Protoplasma, II) (*Sitz. d. K. Akad. Wien*).

1841. HENLE. Allgemeine Anatomie. Leipzig.

1868. HENSEN. Ueber ein neues Strukturverhältniss der quergestreiften Muskelfaser. (*Arbeiten des Kieler physiol. Instituts*).

1893. HOLMGREN (J.-F. V.). Studier öfver muskelstromats natur och quantitativa bestümmande jemte närlinggande frågor (*Upsala Läkareförenings Förhandlingar*, XVIII. — *Jahresb. üb. Thierchem.*, XXIII).

1897. IWANZOFF. Muskelelemente der Holothurien und ihr Verhalten zum Methylenblau. (*Arch. f. mikr. Anat.*, XLIX).

1900. JANET. Hyménoptères. La Fourmi. (*Zoologie descriptive de* BOUTAN, Paris, Doin.)

1887. JOURDAN. Sur la structure des fibres musculaires de quelques Annélides polychètes. (*C. R. Ac. Sc.*, CIV).

1895. JOURDAN. Le tissu musculaire dans la série animale. (*Revue générale des Sciences*, n° 9).

1859. KEFERSTEIN. Ueber den feineren Bau der quergestreiften Muskeln von Petromyzon marinus. (*Arch. f. Anat. u. Phys.*).

1881. KLEIN (E.). Histological Notes. II. (*Quart. Journ. of micr. Sc.*).

1889. KNOLL. Ueber helle und trübe, weisse und rothe quergestreifte Musculatur. (*Sitz. d. K. Akad. Wien*).

1891. KNOLL. Ueber protoplasmaarme und protoplasmareiche Muskulatur. (*Denkschr. d. k. Akad. d. Wiss. Wien*, LVIII).

1857. KÖLLIKER. Einige Bemerkungen über die Endigungen der Hautnerven und den Bau der Muskeln. (*Zeitsch. f. wiss. Zool.*, VIII).

1866. KÖLLIKER. Ueber die Cohnheimschen Felder der Muskelquerschnitte. (*Zeitschr. f. wiss. Zool.*, XVI).

1882. KÖLLIKER. Histologische und embryologische Mittheilungen : 1° Contractile Faserzellen mit fibrillärem Baue beim Menschen. (*Sitz. d. phys.-med. Gesellschaft Würzburg*).

1888. KÖLLIKER. Zur Kenntniss der quergestreiften Muskelfasern. (*Zeitschr. für wiss. Zool.*, XLVII).

1889. KÖLLIKER. Handbuch der Gewebelehre des Menschen. VI Auflage, Leipzig.

1869. KRAUSE (W.). Ueber den Bau der quergestreiften Muskelfasern. I, II. (*Henle u. Pfeuffer Göttinger Nachrichten*, XXXIII, XXXIV).

1869-70-71. KRAUSE (W.). Die Querlinien der Muskelfasern in physiologischer Hinsicht. (*Zeitschr. f. Biologie*, V, 1869). — Nachträgliche Bemerkungen. (*Ibid.*, VI, 1870). — Notiz zu dem Aufsatz über die Querlinien der Muskelfasern. (*Ibid.*, VII, 1871).

1873. KRAUSE (W.). Die Contraction der Muskelfaser. (*Arch. f. d. ges. Physiol.*, VII).

1876-1881. KRAUSE (W.). Allgemeine und mikroskopische Anatomie. Hannover, 1876; et Nachträge zur allgemeinen und mikroskopischen Anatomie. Hannover, 1881.

1859. KÜHNE. Untersuchungen über Bewegungen und Veränderungen der kontraktilen Substanzen. (*Arch. f. Anat. u. Phys.*)

1850. LEBERT. Recherches sur la formation des muscles dans les Animaux Vertébrés et sur la structure de la fibre musculaire dans les diverses classes d'animaux. (*Ann. d. Sc. Natur.*, XIII).

1899. LENHOSSEK (V.). Das Mikrocentrum der glatten Muskelfaser. (*Anat. Anz.*, XVI).

1857. LEYDIG. Lehrbuch der Histologie des Menschen und der Tiere.

1885. LIMBECK (V.). Zur Kenntniss des Baues der Insektenmuskeln. (*Sitz. d. K. Akad. d. Wiss. Wien*, XCI).

1898. LÖWENTHAL. Untersuchungen über das Verhalten der quergestreiften Muskulatur bei atrophischen Zuständen. (*Deutsche Zeitschrift für Nervenheilkunde*, XIII).

1887. MACALLUM. On the nuclei of the striated muscle-fibre in Necturus (*Menobranchus lateralis*). (*Quart. Journ. of micr. Sc.*).

1897. MACALLUM. On the Histology and Histogenesis of the Heart Muscle Cell. (*Anat. Anz.*, XIII).

1898. MAC DOUGALL. A theory of muscular contraction. (*Journal of Anat. and Phys.*, XXXII).

1895. MARCHESINI UND FERRARI. Untersuchungen über die glatte und die gestreifte Muskelfaser. (*Anat. Anz.*, XI).

1859. MARGO. Neue Untersuchungen über die Entwickelung, das Wachsthum, die Neubildung und den feineren Bau der Muskelfasern. (*Sitz. d. K. Akad. Wien*, XXXVII).

1887. MARSHALL (F.-T.). Observations on the structure and distribution of striped and unstriped muscle in the animal Kingdom and a theory of muscular contraction. (*Quart. Journ. of micr. Sc.*, XXVIII). [daté à tort 1888 à la page CXXIX].

1890. MARSHALL (F.-T.). Further Observations on the histology of striped muscle. (*Ibid*, XXXI).

1884. MARTIN (H.). Recherches sur la structure de la fibre striée et sur les analogies de structure et de fonction entre le tissu musculaire et les cellules à bâtonnets (protoplasma strié). (*Arch. de phys. norm. et path.*) [daté à tort 1882, aux pages CXXXIII et CXXXVII].

1885. MELLAND. A simplified view of the histology of the striped muscle fibre. (*Quart. Journ. of. Micr. Sc.*).

1872. MERKEL. Der quergestreifte Muskel. I. Das primitive Muskelelement der Arthropoden. (*Arch. f. mikr. Anat.*, VIII).

1873. MERKEL. Der quergestreifte Muskel. II. Der Kontraktionsvorgang im polarisierten Licht. (*Arch. f. mikr. Anat.*, IX).

1881. MERKEL. Ueber die Contraction der gestreiften Muskelfaser. (*Arch. f. mik. Anat.*, XIX).

1888. MINGAZZINI. Sul preteso reticolo plastinico della fibra muscolare striata. (*Bollettino d. Soc. di Natur. in Napoli*, Sér. I, II.)

1889. MORPURGO. Ueber die Regeneration der quergestreiften Muskelgewebes bei neugeborenen weissen Ratten. (*Anat. Anzeiger*, XVI).

1001. MOTTA-COCO. Ueber das angebliche Vorhandensein eines Reticulums in der quergestreiften Mulkelfaser. (*Arch. f. path. Anat.*, XXIX).

1903. MÜNCH. Ueber Nucleinspiralen im Kern der glatten Muskelfasern. (*Arch. f. mikr. Anat.*, LXII).

1903. MÜNCH. Die sogen. Querstreifung der Muskelfaser der optische Ausdruck ihrer spiraligen anisotropen Durchwindung. (*Ibid.*).

1858. MUNK. Zur Anatomie und Physiologie der quergestreiften Muskelfaser der Wirbeltiere, etc., *Nachr. d. Gesellschaft d. Wiss. Göttingen*).

1878. NASSE. Zur mikroskopischen Untersuchung der quergestreiften Muskeln. (*Arch. f. d. ges. Physiologie*, XVII).

1882. NASSE. Zur Anatomie und Physiologie der quergestreiften Muskelsubstanz, Leipzig.

1883. NICOLAIDES. Ueber die karyokinetischen Erscheinungen der Muskelkörperchen während des Wachsthums der quergestreiften Muskelfasern. (*Arch. f. Anat. u. Phys., Phys. Abth.*)

1885. NICOLAIDES. Ueber die mikrokopischen Erscheinungen bei der Contraction des quergestreiften Muskels. (*Arch. f. Anat. u. Phys., Phys. Abth.*).

1901. PRENANT. Sur les « fibres striées » des Invertébrés. (*Bibl. anatomique*).

1891. ROLLETT. Ueber die Streifen N (Nebenscheiben) des Sarkoplasma und die Contraction der quergestreiften Muskelfasern (*Arch. f. mikr. Anat.*, XXXVII).

1863. ROUGET. Mémoire sur les tissus contractiles et la contractilité. (*Journ. de Physiologie*, VI).

1881. ROUGET. Phénomènes microscopiques de la contraction musculaire. Striation transversale des fibres lisses. (*C. R. Acad. d. Sc.*, XCII).

1890. RUTHERFORD. On the structure and contraction of striped muscle of crab and lobster. (*Proc. of the roy. Soc. Edinburgh*).

1897. RUTHERFORD. On the Structure and contraction of striped muscular fibre. (*Journ. of Anat. and Phys.*).

1872. SACHS (C.). Die quergestreifte Muskelfaser. (*Arch. f. Anat. u. Phys.*).

1891. SCHAFER (E.-A.). On the minute Structure of the muscle-columns or sarcostyles which form the wingmuscles of insects. (*Proc. of the Roy. Society London*, XLIX).

1891. Schäfer (E.-A.). On the structure of cross striated muscle. (*Intern. Monastsschr. f. Anat. u. Phys.*, VIII).

1902. Schafer (E.-A.). The minute Structure of the muscle-fibril. (*Anat. Anzeiger*, XXI).

1873. Schäfer (A.). On the minute structure of the legmuscles of the waterbeetle. (*Philos. Transact. of the Roy. Sc.*, CLXIII).

1873. Schafer (A.). On the structure of striped muscular fibre. (*Proc. of the Roy. Soc. London*, XXI et *British med. Journal*).

1893. Schaffer (J.). Beiträge zur Histologie und Histogenese der quergestreiften Muskelfasern des Menschen und einiger Wirbeltiere. (*Sitz. d. k. Akad. Wien*, CII).

1902. Schaper. Ueber kontraktile Fibrillen in den glatten Muskelfasern des Mesenteriums der Urodelen. (*Anat. Anz.*, XXII).

1881. Schipiloff u. Danilewsky. Ueber die Natur der anisotropen Substanzen der quergestreiften Muskels und ihre raümliche Vertheilung im Muskelbündel. (*Zeitschr. f. physiol. Chemie*, V).

1861. Schultze (Max). Ueber Muskelkörperchen und das was man eine Zelle zu nennen habe. (*Arch. f. Anat. u. Phys.*).

1895. Schultz (P.). Ueber die sogenannte glatte Musculatur der Wirbeltiere, et Die glatte Musculatur der Wirbeltiere (mit Ausnahme der Fische). I. Ihr Bau. (*Arch. f. Anat. u. Phys., Phys. Abth.*, H. 3-4, 5-6.)

1839-1840. Schwann. Mikroskopische Untersuchungen über die Uebereinstimmung in der Struktur und dem Wachsthum der Tiere und Pflanzen. (Berlin, et *Joh. Müller's Handbuch der Physiologie*, II).

1891. Solger. Ueber Kernreihen im Myocard. (*Mitth. d. naturw. Vereins v. Neu-Vorpommern und Rügen*, XXIII).

1892. Tourneux. Sur les modifications structurales que présentent les muscles jaunes du Dytique pendant la contraction. (*Journ. de l'Anat. et de la Phys.*, XXVIII).

1894. Tourneux. Sur les modifications structurales que présentent les fibrilles des muscles jaunes des insectes pendant la contraction (Hydrophile et Dytique). (*Bibl. anatomique*, II).

1894. Tourneux. Sur les modifications structurales que présentent les fibrilles des muscles jaunes des insectes en passant de l'état de repos à l'état de contraction. (*C. R. Soc. Biol.*)

1887. van Gehuchten. Étude sur la structure intime de la cellule musculaire striée. (*Anat. Anzeiger*, II, et *la Cellule*, II (inexactement daté (p. CXIV et CXXIX) 1886).

1888. van Gehuchten. Structure intime de la cellule musculaire striée. (*Verh. d. physiol. Gesellschaft zu Berlin* et *Arch. f. Anat. u. Phys., Phys. Abth.*).

1888. van Gehuchten. Les noyaux musculaires de la Grenouille adulte. (*La Cellule*, IV).

1888 *a*. VAN GEHUCHTEN. Étude sur la structure intime de la cellule musculaire striée chez les Vertébrés. (*La Cellule*, IV).

1888 *d*. VAN GEHUCHTEN. Existe-t-il une membrane périphérique aux fibrilles musculaires des ailes de l'Hydrophilus piceus. (*Tageblatt der 61. Vers. deutscher Naturf. und Aerzte in Köln*).

1889 *a*. VAN GEHUCHTEN. Les noyaux des cellules musculaires de la Grenouille adulte. (*Anat. Anzeiger*, IV).

1886. VAN REES. Over Myorycetes Weismannii en de spierfibrillen. (*Versl. der buiteng. Wetensch. Nederl. Dierk Vereen*) et Zyn de spierfibrillen als gepraformeend te beschouwen. (*Maandb. v. Naturwet. Amsterdam*).

1902. VERATTI. Sur la fine structure des fibres musculaires striées. (*Arch. ital. de Biologie*, XXXVII et *Mem. R. Ist. Lombard. di Sc. e lettre*, XIX).

1875. VULPIAN. Leçons sur l'appareil vaso-moteur. II.

1872. WAGENER. Ueber die quergestreifen Muskelfasern des Herzens. Ueber die Querstreifen der Muskeln. (*Sitz. d. Gesells. zur Beförd. d. ges. Naturw. zur Marburg*).

1872 *c*. WAGENER. Ueber einige Erscheinungen an den Muskeln lebender Thiere. (*Ibid*).

1873. WAGENER. Ueber die Verbindungen Muskel und Sehne unter einander. (*Arch. f. mikr. Anat.*, IX).

1873 *d*. WAGENER. Ueber die quergestreifte Muskelfibrille. (*Ibid*).

1874 *a*. WAGENER. Ueber einige Erscheinungen an den Muskeln lebendiger Corethra plumicornis-Larven. (*Arch. f. mikr. Anat.* X.).

1874 *b*. WAGENER. Ueber das Verhalten der Muskeln im Typhus. (*Ibid.*).

1880. WAGENER. Ueber die Entstehung der Querstreifen auf den Muskeln und die davon abhängigen Erscheinungen. (*Sitz. d. Gesells. zur Beförd. d. ges. Naturw. Marburg* et *Arch. f. Anat. u. Phys., Phys. Abth.*).

1883. WAGENER. Die Entstehung der Querstreifen auf den Muskeln. (*Arch. f. ges. Phys.*, XXX).

1899. WAHLBAUM. Untersuchungen über die quergestreifte Muskulatur mit besonderer Berücksichtigung der Fettinfiltration. (*Arch. f. path. Anat.*, CLVIII).

1874. WEBER. Note sur les noyaux des muscles striés chez la Grenouille adulte. (*Arch. de physiologie*).

1898. ZIMMERMANN (K.-W.). Beiträge zur Kenntnis einiger Drüsen und Epithelien (*Arch. f. mikr. Anat.*, LII).

Paru le 25 Mars 1905.

Les directeurs :

G. PRUVOT et E.-G. RACOVITZA.

Eug. MORIEU, Imp.-Grav., 140, Boul. Raspail, Paris (6e) — Téléphone : 704-75

ARCHIVES
de
ZOOLOGIE EXPÉRIMENTALE ET GÉNÉRALE
HISTOIRE NATURELLE — MORPHOLOGIE — HISTOLOGIE — ÉVOLUTION DES ANIMAUX
fondées par
HENRI de LACAZE-DUTHIERS
publiées sous la direction de
G. PRUVOT et E. G. RACOVITZA

MISE EN VENTE DE MÉMOIRES ISOLÉS

Pour donner satisfaction à un désir qui nous a été maintes fois exprimé, il est fait, de chaque mémoire publié dans notre recueil, un certain nombre de tirages à part, qu'on peut se procurer à la

LIBRAIRIE C. REINWALD, SCHLEICHER FRÈRES, ÉDITEURS
15, Rue des Saints-Pères, 15 — Paris VIe

Voici la liste de ces Mémoires jusqu'au 1er avril 1905 :

	Prix fr.	c.
P. BOUIN et P. ANCEL. — Recherches sur les cellules interstitielles du testicule des Mammifères. 87 pages, 4 figures, 3 planches doubles dont deux en couleur (1903)	9	»
P. BOUIN. — Ergastoplasme, pseudochromosomes et mitochondria. A propos des formations ergastoplasmiques des cellules séminales chez *Scolopendra cingulata*. 34 pages, 2 planches dont une double (1905)	4	50
L. BOUTAN. — Les perles fines. Leur origine réelle. 44 pages, 7 figures, 1 planche double (1904)	4	50
L. BRASIL. — Contribution à la connaissance de l'appareil digestif des Annelides polychètes. L'épithélium intestinal de la Pectinaire. 165 pages, 24 figures, 5 pl. dont deux en couleur (1904)	12	»
L. BRASIL. — Recherches sur la reproduction des Grégarines monocystidiées. 22 pages, 2 figures, 1 planche simple (1905)	2	»

	Prix fr.	c.
G. CHICHKOFF. — Sur une nouvelle espèce du genre *Phagocata* Leidy. 9 pages, 1 planche (1903)	1	25
L. CUÉNOT. — L'organe phagocytaire des Crustacés décapodes. 15 pages, 1 planche double en couleurs (1905) ..	2	50
Y. DELAGE. — Sur les mouvements de torsion de l'œil. 36 pages, 1 figure, 5 planches doubles (1903)	6	50
Y. DELAGE. — Élevage des larves parthénogénétiques d'*Asterias glacialis*. 16 pages, 12 figures, une planche et : La parthénogenèse par l'acide carbonique obtenue chez les œufs après l'émission des globules polaires. 4 pages (1904)............................	3	»
L. FAUROT. — Développement des pharynx, des couples et des paires de cloisons chez les Hexactinies. 42 pages, 14 figures, 4 planches (1903)......................	6	50
J. GAUTRELET. — Les pigments respiratoires et leurs rapports avec l'alcalinité apparente du milieu inférieur. 143 pages (1903)................................	4	50
F. GUITEL. — Descriptions comparatives des *Lepadogaster bimaculatus* Pennant et *microcephalus* Brook, 138 pages, 11 figures, 1 planche en couleurs (1904).. .	8	»
A. de KOROTNEFF. — Résultats d'une expédition zoologique au lac Baïkal pendant l'été de 1902. 26 pages, 12 figures, 1 carte (1904).........................	3	»
L. LÉGER et O. DUBOSCQ. — Recherches sur les Myriapodes de Corse et leurs parasites, avec la description des Diplopodes par H.-W. Brölemann. 53 pages, 24 figures (1904)..	5	50
L. LÉGER et O. DUBOSCQ. — Notes sur les Infusoires endoparasites. — I. *Anoplophrya Brasili* Léger et Duboscq parasite d'*Audouinia tentaculata*. — II. *Opalina saturnalis* Léger et Duboscq parasite de *Box boops* L. 20 pages, 3 figures, 1 planche (1904)...............	2	50
P. MARCHAL. — Recherches sur la biologie et le développement des Hyménoptères parasites. I. La polyembryonie spécifique ou germinogonie. 80 pages, 5 planches doubles dont quatre en couleurs (1904)	12	50
P. MITROPHANOW. — Nouvelles recherches sur l'appareil nucléaire des Paramécies, 27 pages, 39 figures (1903)..	5	»
S. MOTZ-KOSSOWSKA. — Contributions à la connaissance des Hydraires de la Méditerranée occidentale. — I. Hydraires gymnoblastiques. 60 pages, 13 figures, 1 planche double (1905)...........................	5	50
D-N. VOINOV. — La spermatogénèse d'été chez le *Cybister Roeselii*, 99 pages, 6 figures, 5 planches (1903)........	9	»

ARCHIVES

DE

ZOOLOGIE EXPÉRIMENTALE ET GÉNÉRALE

FONDÉES PAR

H. DE LACAZE-DUTHIERS

PUBLIÉES SOUS LA DIRECTION DE

G. PRUVOT
Chargé de Cours à la Sorbonne
Directeur du Laboratoire Arago

ET

E. G. RACOVITZA
Docteur ès sciences
Sous-Directeur du Laboratoire Arago

4e Série, T. III. NOTES ET REVUE 1905. N° 7

XVI

LES RACES PURES ET LEURS COMBINAISONS CHEZ LES SOURIS

(4me NOTE)

par L. Cuénot

Professeur à la Faculté des Sciences de Nancy

Dans des notes antérieures (**1903**, **1904**), j'ai montré que chez les Souris la pigmentation était représentée dans le plasma germinatif par deux déterminants, que j'ai désignés par des lettres; l'un de ces déterminants (C = chromogène pigmentaire) est commun à toutes les Souris qui ont des yeux noirs et un pelage coloré, quelle qu'en soit la teinte; il peut être remplacé par un autre déterminant, une mutation (A = albinisme), commun à toutes les Souris qui ont un pelage blanc pur et des yeux rouges.

Le second déterminant est en rapport avec la qualité de la coloration; le type G (gris) peut être remplacé par les mutations N (noir), J (jaune), B (brun chocolat). La coloration s'exprime visiblement si le plasma germinatif renferme le déterminant C; elle ne s'exprime

pas, reste latente, si le plasma ne renferme que le déterminant A ; dans ce cas, la coloration potentielle ne peut être mise en évidence que par des croisements appropriés avec une forme renfermant le déterminant C.

Les *races pures* ou *homozygotes* sont celles dont tous les gamètes renferment le même groupe de déterminants, par exemple la Souris grise sauvage (CG ; naturellement, une telle forme, croisée avec elle-même, donne des produits tous identiques entre eux et semblables à leurs parents; quand elle est croisée avec une autre race, également pure, les petits sont tous identiques entre eux, mais leur couleur dépend des déterminants qui se rencontrent dans le zygote, soit qu'il y ait combinaison de ceux-ci, soit que l'un domine l'autre. Ces deux caractéristiques permettront donc de reconnaître facilement et sûrement si un individu donné est de race pure ou non.

Théoriquement, en nous bornant aux quatre variétés de Souris grises, noires, brunes et jaunes, il doit exister huit races pures différentes :

Souris	grise (sauvage)	CG	et l'albinos	correspondant		AG
—	noire	CN	—	—		AN
—	brune	CB	—	—		AB
—	jaune	CJ	—	—		AJ

Avec ces huit races pures, on pourra former toutes les combinaisons possibles, qui seront des *hétérozygotes*, dont la couleur pourra être prévue d'après les règles de dominance relative des divers déterminants rassemblés dans le zygote. *(Voir tableau ci-contre.)*

Si, dans le plasma germinatif des Souris, la représentation de la coloration du pelage et des yeux est bien telle que je l'ai imaginée, on voit donc, en considérant seulement cinq colorations distinctes et uniformes, qu'il doit exister $8 + 16 + 6 = 30$ formes de Souris, qui se comporteront toutes différemment au point de vue de la transmission des caractères. Nous allons voir si l'expérience confirme la prévision théorique, et si toutes ces formes peuvent être réellement obtenues.

Obtention des races pures

Les Souris grises, prises à l'état sauvage, sont toujours de race pure (CG), de sorte qu'on peut toujours les prendre comme point de départ pour vérifier la pureté de variétés domestiques.

PELAGE	MONOHYBRIDES (16 combinaisons)	DIHYBRIDES (6 combinaisons)
Gris (dominance de G sur N et B)	CGAG CGCN CGCB	CGAN CGAB
Noir (dominance de N sur B)	CNAN CNCB	CNAB
Brun	CBAB	
Jaune (dominance de J sur G, N et B)	CJAJ CJCG CJCN CJCB	CJAG CJAN CJAB
Albinos	AGAN AGAB AGAJ ANAB ANAJ ABAJ	

Quant aux Souris noires, il s'est trouvé que, parmi les albinos achetés chez un marchand, au début de mes expériences, quelques-uns renfermaient le déterminant N; il a suffi de croiser ces albinos avec la Souris grise sauvage, puis les hybrides obtenus entre eux, pour obtenir quelques Souris noires, les unes de race pure (CN), les autres renfermant à l'état dominé le déterminant de l'albinisme (CNAN). Le croisement de ces hétérozygotes noirs a fourni facilement des albinos de race pure AN.

Les albinos vendus par les marchands sont le plus souvent de race pure AG; pour être bien assuré de leur constitution, on les croise avec des Souris noires ou brunes, couleurs dont les déterminants sont récessifs par rapport au déterminant du gris; si les albinos essayés sont purs en AG, tous les petits obtenus doivent être gris.

M. Darbishire a bien voulu m'envoyer d'Angleterre des Souris brunes (couleur « *chocolate* » des Anglais) que j'ai reconnues pures en CB. Du reste, les Souris brunes sont toujours de race pure, puisque cette couleur est récessive par rapport à toutes les autres (voir Allen, 1904). Je n'ai pas cherché à obtenir l'albinos de valeur AB, mais son existence est certaine ; sans aucun doute, Allen (1904) et Parsons (cité par Bateson, 1903) se sont servis, dans certains croisements, d'albinos AB.

Voilà donc six races pures ou homozygotes, dont l'existence est incontestable; en les croisant entre elles, on obtiendra les 12 hétérozygotes prévus par la théorie. Restent la variété jaune et l'albinos correspondant.

Au début de mes expériences, en croisant une certaine Souris albinos, achetée chez un marchand, avec des Souris grises et noires, j'ai obtenu des portées renfermant des petits jaunes et des gris, ou bien des jaunes et des noirs. Ces Souris jaunes ne sont pas une nouveauté; elles ont déjà été signalées par divers auteurs : Lataste (1883) dit avoir vu des Souris domestiques à dos isabelle et ventre blanc, qu'il considère comme identiques aux variétés sauvages décrites par Blyth comme *Mus bactrianus*, par J. von Fischer comme *Mus musculus, var. flavescens* et par Savi comme *Mus incertus* ; R. Saint-Loup (1894) et Haacke (1895) ont fait quelques croisements entre Souris jaunes d'une part, Souris albinos, grises ou noires d'autre part, qui ont donné des résultats conformes à ceux que j'ai obtenus; Giard (1900) parle de mâles isabelles ou roux, achetés au Marché aux Oiseaux de Paris. Les éleveurs anglais connaissent bien cette variété, qu'ils désignent comme « *yellow* », « *dingy* ou *sooty fawn* », « *cream* » et probablement aussi « *sable* »; Bateson (1903) rapporte le résultat d'expériences qui lui ont été communiquées, concernant les variétés « *sable, dingy fawn* et *yellow* »; miss Fl. Durham a eu l'obligeance de m'envoyer un échantillon de Souris « *yellow* », et j'ai pu me convaincre de la parfaite identité de celle-ci avec mes Souris jaunes. Enfin Darbishire (1904) a aussi obtenu des Souris jaunes, à la suite de croisements entre hétérozygotes albinos et fauves à yeux rouges.

On voit donc que c'est une mutation assez répandue; elle présente les caractères suivants : les yeux d'un beau noir tranchent nettement sur le pelage clair; la queue et le bout du museau sont blanc rosé, les pieds blancs; la surface dorsale est jaune avec les oreilles

plus claires, la surface ventrale est toute blanche ou lavée de jaune pâle. Cette race jaune comporte de nombreuses variations impossibles à fixer, non héréditaires : la teinte générale est parfois excessivement claire, café au lait, ou bien d'un jaune très mélangé de gris, au point de ne pas être très éloignée d'une Souris de race grise; le plus souvent, la couleur est d'un jaune orangé très chaud. Parfois le pelage n'est pas uniforme; la surface dorsale peut présenter des régions d'un jaune grisâtre, assez mal délimitées et irrégulières. Ces Souris sont remarquablement alertes et vigoureuses, très souvent farouches, et peu fécondes, à ce qu'il m'a semblé.

Cette mutation, malgré les variations qu'elle présente, est toujours facile à différencier des mutations voisines, grises ou brunes, et je n'ai jamais été embarrassé pour la reconnaître parmi les centaines de Souris de mes élevages.

Lorsque j'ai été en possession d'un nombre suffisant de Souris jaunes, toutes dérivées d'une unique femelle albinos qui possédait en puissance le déterminant jaune, j'ai étudié les propriétés de cette mutation par rapport aux autres races. Le déterminant J est sûrement dominant sur tous les autres déterminants pigmentaires : en effet, si on croise une Souris jaune (hétérozygote) avec une grise de race pure, on obtient en nombre égal des jaunes et des gris : comme le parent gris est homozygote et ne produit par conséquent que des gamètes identiques CG, il est évident que les petits jaunes doivent leur couleur à la dominance de J sur G. De même, si l'on croise une Souris jaune avec une noire de race pure ou avec une brune de race pure, on obtient encore des Souris jaunes, mais toujours accompagnées, nous verrons pourquoi tout à l'heure, de Souris d'autres teintes.

Le même phénomène de dominance se constate encore quand on accouple un albinos renfermant le déterminant J avec des Souris grises, noires ou brunes : on obtient des Souris jaunes et d'autres de teintes variées.

Le déterminant J est un déterminant mendélien, comme ceux des autres colorations : en effet, la théorie exige que si l'on croise une Souris jaune, hétérozygote de formule connue, par une grise ou une noire, on obtienne exactement autant de jaunes que de grises ou noires, puisque le jaune est dominant :

$$CJCG \times CG = CJCG \text{ (jaune)} + CGCG \text{ (gris)}$$

les Souris grises ou noires (formes récessives) doivent être absolument incapables de transmettre le caractère jaune à leur descendance.

C'est bien en effet ce qui arrive : sur 355 petits, résultant d'un tel croisement, j'ai obtenu 177 jaunes et 178 gris ou noirs. Les gris ou noirs ne renferment pas le déterminant J, car jamais le jaune n'apparaît dans leur descendance.

J'ai obtenu facilement toutes les combinaisons prévues par la théorie, en accouplant un jaune ou un albinos provenant de parents jaunes avec des grises, noires, brunes, albinos de valeur variée :

CJCG	CJAG	AJAG
CJCN	CJAN	AJAN
CJCB	CJAB	AJAB

(Il ne manque que la combinaison CJAJ, qui est irréalisable, comme nous allons le voir plus loin).

Tous ces hétérozygotes, de formule connue, se comportent au point de vue héréditaire exactement comme on peut le prévoir d'après leur constitution, les déterminants qu'ils renferment se disjoignant dans leurs gamètes conformément aux règles mendéliennes.

Ces divers points une fois éclaircis, j'ai voulu obtenir une race pure de CJ, plus commode pour faire des croisements que les hétérozygotes jaunes avec lesquels j'avais opéré jusqu'ici. J'ai alors croisé entre elles des Souris jaunes hétérozygotes ayant par exemple la formule CJCG; d'après les règles mendéliennes, ce croisement doit donner les résultats suivants :

$$\text{CJCG} \times \text{CJCG} = \underbrace{\text{CJCJ} + 2\ \text{CGCJ}}_{\text{3 jaunes}} + \underbrace{\text{CGCG}}_{\text{1 gris}}.$$

Parmi les jaunes issus de ce croisement, les deux tiers doivent être hétérozygotes comme les parents, et un tiers doit être de pure race CJ. Pour reconnaître ces derniers, il suffit d'essayer successivement les petits jaunes par deux procédés différents : 1° en les croisant entre eux, au hasard; si l'une des Souris ou les deux sont homozygotes, on ne doit obtenir que des petits jaunes, et aucune autre teinte, puisque le jaune est toujours dominant; 2° en croisant les jaunes par des gris, noirs ou bruns; si le jaune est homozygote, le croisement ne doit fournir encore que des petits jaunes.

J'ai essayé par l'une et l'autre méthodes un nombre considérable (81) de Souris jaunes, dont tous les parents étaient eux-mêmes jaunes depuis plusieurs générations; le tiers de 81 étant de 27, on devait s'attendre à trouver environ 27 Souris homozygotes qui auraient permis de fonder une race pure en CJ. Or, à mon grand étonnement, je n'en ai pas trouvé une seule; les 81 Souris étaient toutes également hétérozygotes. Il est impossible d'invoquer une mauvaise chance qui aurait pu être corrigée par des essais plus persévérants; en effet, si trois joueurs jettent chacun un dé en l'air, 81 fois de suite, il est tout à fait improbable qu'un seul joueur, toujours le même, ait un point constamment inférieur à celui des deux autres. Donc, si je n'ai pas trouvé de Souris homozygotes CJ, c'est que le croisement CJCG × CJCG, contrairement à toutes les prévisions mendéliennes, n'en fournit pas[1].

Puisque le croisement CJCG × CJCG ne donne pas d'homozygotes de pure race CJ, la proportion habituelle de 3 jaunes pour 1 gris, soit 75 % et 25 %, ne doit pas se maintenir. C'est en effet ce qui arrive : sur 318 petits résultant du croisement en question, j'ai compté 132 jaunes et 86 gris, soit 72,7 % des premiers et 27,3 % des seconds; à la vérité, il semble que ces proportions diffèrent assez peu de 75 et 25 %, mais si, *au fur et à mesure des croisements*, on fait le compte des gris et des jaunes, on constate que l'excès de gris apparaît dès le début et se maintient constamment; il n'y a pas d'oscillations alternatives dans un sens ou dans l'autre, contrairement à ce qui se passe dans un croisement mendélien ordinaire; toujours le nombre des gris multiplié par 3 excède plus ou moins le nombre des jaunes, l'écart pouvant parfois être très notable; ainsi, à un certain moment où le calcul portait sur 173 petits, la proportion était de 69,3 % de jaunes contre 30,7 de gris.

Incontestablement, il y a déficit de jaunes par rapport à la prévi-

[1] Je ferai remarquer, simplement à titre de confirmation, que si l'on relève dans les travaux antérieurs les croisements où intervient une Souris jaune, les produits sont toujours de plusieurs couleurs; donc, là encore, les jaunes employés étaient hétérozygotes :

SAINT-LOUP (**1894**) :	Jaune × Gris	= 3 jaunes 1 gris.
	Jaune × Noir	= 1 jaune 3 noirs.
MISS DURHAM, STEER (BATESON, **1903**)	Jaune × Noir	= Jaune et Noir.
	Jaune × Jaune	= Jaune et Noir.
	Jaune × Jaune	= 1 jaune 2 bruns.
DARBISHIRE (**1904**, table E) :	Jaune × Noir	= 2 jaunes 1 gris.
	Jaune × Noir	= 1 jaune 4 gris 2 albinos.

sion mendélienne, et comme d'autre part, il est certain que la forme pure CJCJ n'apparaît jamais, il est vraisemblable de supposer que c'est cette absence qui produit le déficit.

J'avoue cependant qu'il y a un point qui reste obscur; puisque, dans la formule suivante :

CJCG × CJCG = CJCJ + 2 CJCG + CGCG

la forme CJCJ n'apparaît pas, les portées devraient comprendre exactement 2 jaunes (hétérozygotes de formule CJCG) pour 1 gris (homozygote de formule CG), soit 66,6 et 33,3 %. Or, ce n'est pas ce qui se produit, sans que j'en puisse donner une explication qui me satisfasse complètement.

Il est également impossible d'obtenir à l'état pur l'albinos de formule AJ, et naturellement l'hétérozygote CJAJ, pas plus que ses composants, n'apparaît dans aucun croisement.

En somme, voici le fait qu'il faut interpréter : les Souris jaunes et les albinos contenant en puissance la coloration jaune, ne peuvent exister qu'à l'état d'hétérozygotes variés; ceux-ci, conformément aux règles qui régissent la disjonction des caractères, forment bien des gamètes de valeur CJ ou AJ, mais ces gamètes ne peuvent pas s'unir les uns aux autres pour donner des zygotes ayant les formules CJCJ, AJAJ ou CJAJ; par contre, ils s'unissent facilement à tous les autres gamètes que j'ai essayés, pour former avec eux des hétérozygotes mono- ou dihybrides.

Il ne paraît pas impossible de faire rentrer ce phénomène singulier dans un ordre de faits bien connus, sinon bien expliqués. On sait que la reproduction consanguine stricte, prolongée pendant plusieurs générations successives, a, dans quelques cas tout au moins, une influence fâcheuse sur la fécondité; le nombre des petits diminue très sensiblement, si bien qu'on est forcé d'introduire un mâle d'une autre famille pour enrayer la dégénérescence. Pour que des Infusoires se conjuguent, il faut que les individus épuisés par les bipartitions proviennent de cultures différentes. Il est bien connu que les ovules de nombreuses plantes hermaphrodites ne sont pas fécondables par le pollen des mêmes fleurs, mais seulement par celui de pieds différents (Darwin, 1868). Enfin, chez *Ciona intestinalis* (Castle, 1896; Morgan, 1904), également hermaphrodite, les œufs d'un individu donné ne sont généralement pas fécondables par les spermies du même individu, ou du moins une proportion très faible

(1 à 10 %) d'œufs peut être fécondée, alors que le sperme d'un autre individu en féconde 100 %.

Dans tous les exemples que je viens de rappeler, il semble que les gamètes qui, au cours de la cytogénèse, se sont trouvés dans des conditions tout à fait identiques, ne sont pas aptes à s'unir, ou sont moins aptes que ceux qui ont évolué dans des conditions différentes; une certaine différence, d'ordre inconnu, paraît quelquefois nécessaire pour que la fécondation soit possible ou facile.

Le cas des Souris jaunes ne pourrait-il pas être rapproché des précédents? S'il n'y a pas de copulation possible entre deux gamètes renfermant le déterminant J, ne serait-ce pas parce qu'ils sont trop semblables? Je sais bien que cette particularité est spéciale aux Souris jaunes, mais la nécessité de la fécondation croisée n'existe aussi que pour certaines espèces de plantes et d'animaux hermaphrodites : *Molgula*, par exemple, ne se comporte pas comme *Ciona*; l'autofécondation est possible, et aussi efficace que la fécondation croisée (MORGAN, 1904).

Les recherches nombreuses et approfondies qui ont été faites dans ces dernières années sur l'hérédité mendélienne, ont mis en lumière quelques exceptions à la règle qu'il est intéressant de rapprocher du cas des Souris jaunes. CORRENS (1902), notamment, croise deux races de Maïs, l'une à grains riches en dextrine et ridés à l'état sec (var. *cæruleodulcis*), l'autre à grains amylacés et lisses (var. *leucoceras*); c'est ce dernier caractère qui est dominant. Les gamètes des hybrides doivent se partager en deux groupes égaux : l'un possédant en puissance le caractère dominant A (grains lisses), l'autre le caractère dominé *a* (grains ridés); on s'assure du reste qu'il en est bien ainsi, en fécondant un pied hybride, préalablement castré, par le pollen du parent dominé (*a*) : les épis présentent en effet 50,76 % de grains lisses (A*a*) et 49,24 de grains ridés (*aa*). Mais, si on laisse l'autofécondation se produire chez les hybrides, au lieu de la proportion habituelle de 75 % de A et 25 % de *a*, on obtient 84 % de grains lisses et 16 % de grains ridés, c'est-à-dire beaucoup trop des premiers. CORRENS explique cette anomalie de la façon suivante : parmi les trois combinaisons (AA + 2 A*a* + *aa*) que peuvent donner entre eux les gamètes disjoints de l'hybride, il en est une (*aa*), qui se forme moins facilement que les deux autres, d'où le déficit de grains ridés. Cela revient à dire que les gamètes *a* ont moins d'affinité entre eux, que les gamètes A et *a*. Dans le cas

des Souris jaunes, ce sont les gamètes dominants A (formule CJ ou AJ) qui ont l'un pour l'autre une affinité nulle, de telle sorte que la combinaison AA ne se produit jamais; chez les Maïs, ce sont les gamètes dominés (*a*) qui ont l'un pour l'autre simplement une affinité moindre.

Nancy, 15 Mars 1905.

INDEX BIBLIOGRAPHIQUE

1904. ALLEN. The heredity of coat-colour in Mice. *Proc. American Acad. of Arts and Sciences*, vol. 40, p. 61).

1903. BATESON. The present state of knowledge of colour-heredity in Mice and Rats. (*Proc. Zool. Soc. London*, vol. II, p. 71).

1896. CASTLE. The early embryology of Ciona intestinalis Flemming. (*Bull. Mus. Compar. Zool.*, vol. 27, p. 201).

1902. CORRENS. Scheinbare Ausnahmen von der Mendel'schen Spaltungsregel für Bastarde. (*Berichte der deutsch. Botan. Gesells.* Bd XX, p. 159).

1903. CUÉNOT. L'hérédité de la pigmentation chez les Souris (2e note). *Arch. Zool. exp.* (4), vol. 1, NOTES ET REVUE, p. XXXIII).

1904. CUÉNOT. L'hérédité de la pigmentation chez les Souris (3e note). (*Arch. Zool. exp.* (4), vol. 2, NOTES ET REVUE, p. XLV.

1904. DARBISHIRE. On the result of crossing Japanese waltzing with albino Mice (*Biometrika*, vol. 3, p. 1).

1868. DARWIN. De la variation des animaux et des plantes sous l'action de la domestication, vol. II, Paris.

1900. GIARD. Observations à propos de la communication précédente de M. E. Rogez. *C. R. Acad. Sc. Paris*, t. CXXXI, p. 1241.

1895. HAACKE. Ueber Wesen, Ursachen und Vererbung von Albinismus und Scheckung und über deren Bedeutung für Vererbungstheoretische und entwicklungsmechanische Fragen. (*Biol. Centralblatt*, Bd 15, p. 45.

1883. LATASTE. Trois questions (*Le Naturaliste*) (reproduit dans *Bull. scient. du dép. du Nord*, t. VII-VIII, 1884-1885, p. 364.

1904. MORGAN. Self-fertilization induced by artificial means. (*The Journ. of experim. Zool*, t. I, p. 135).

1903. PARSONS. Voir BATESON, p. 83.

1894. SAINT-LOUP. Sur le groupement des éléments pigmentaires dans le pelage des Mammifères. (*Mém. Soc. Zool. de France*, t. VII, p. 65).

XVII

ZUR KENNTNIS DER SKANDINAVISCHEN UND ARKTISCHEN SYNAPTIDEN

von
Hjalmar Östergren
Upsala

Mit einer grösseren Arbeit über die Seewalzen beschäftigt, habe ich mich bei der Behandlung biologischer und systematischer Fragen veranlasst gefunden, auch einige unbekannte oder ungenügend bekannte Arten in den Kreis meiner Betrachtung zu ziehen. Da ich mich in der fraglichen Arbeit sonst nicht mit Artenbeschreibung beschäftige, habe ich schon früher in kleineren Abhandlungen einige solche Arten beschrieben, und will nun auch in diesem und einem folgenden Aufsatze noch eine Anzahl solcher behandeln. Später hoffe ich Gelegenheit zu haben, eine gesammelte Übersicht über die arktischen und skandinavischen Seewalzen zu geben.

1. Synapta bergensis n. sp.

(Fig. 1, A)

Bei der Untersuchung der Holothuriensammlung im zoologischen Museum der Universität Upsala fand ich, dass eine im Jahre 1858 von Prof. W. Lilljeborg bei Bergen in mehreren Exemplaren gesammelte *Synapta* so wesentliche Unterschiede von *S. inhaerens* (O. F. Müll.) darbot, dass ich mich für berechtigt hielt, jene als eine von dieser verschiedene Art zu betrachten. Seitdem habe ich in zoologischen Museen noch eine Anzahl Exemplare gefunden und, vor allem, selbst auf meinen Reisen in Norwegen in den Jahren 1896, 1898, 1899 u. 1902 von diesen beiden Arten ein grosses Material gesammelt, das nunmehr hauptsächlich im zoologischen Museum der Universität Upsala und im zoologischen Reichsmuseum zu Stockholm aufbewahrt wird.

Beide Arten sind gewöhnlich im Leben in voll ausgestrecktem Zustande 10-20 Cm. lang, in konservierten dagegen 7-15 Cm. lang und 5-9 Mm. dick. Die neue, im folgenden von mir mit der Be-

zeichnung *S. bergensis* belegte Art ist durchschnittlich ein wenig grösser als *S. inhaerens*, welche letztere aber doch ausnahmsweise, ganz wie *S. bergensis*, eine Länge von bis 30 Cm. erreichen kann. Beide sind rot, ungefähr wie *S. roseola* Verr. laut der Figur von CLARK (1899). Die Anzahl der Fühler ist in der Regel 12, bei *S. bergensis* mit durchschnittlich 8-9 Nebenästen oder Fingern, bei *S. inhaerens* mit durchschnittlich 6 Fingern an jeder Seite. Die Fingerzahl der letzteren Art ist jedoch so schwankend, dass sie nicht allein zur sicheren Unterscheidung der Arten ausreicht. Dagegen bietet die Länge der Finger einen sehr scharfen und vollständig konstanten Unterschied dar. Bei *S. bergensis* sind alle Finger der Fühler kurz und, mit Ausnahme der untersten, von ungefähr gleicher Länge. Auch der terminale Finger (die freie Spitze des Hauptstrahles des Fühlers) ist nur wenig länger als die übrigen. Bei *S. inhaerens* nehmen dagegen die Finger nach der Spitze des Fühlers hin so stark an Länge zu, dass die oberen Finger, besonders das freie Ende des Hauptstrahles, aber auch die nächsten Nebenäste, bedeutend länger als die mittleren Finger sind. Dieser Unterschied ist bei lebenden Thieren sehr auffallend, er lässt sich aber auch bei unter guter Betäubung (z. B. mit Aetherwasser) getödteten leicht feststellen, wogegen er bei schlecht konservierten Exemplaren weniger deutlich sein kann, was natürlich seine Gültigkeit als Artenmerkmal nicht aufhebt. *S. bergensis* klettet viel stärker, als *S. inhaerens*; sehr bald lernt man, sie mit den Fingern zu unterscheiden. Diese Verschiedenheit beruht darauf, dass die Kalkanker der Haut bei *S. bergensis* grösser und langarmiger als bei *S. inhaerens* sind. Auch die Ankerplatten weichen sowohl in der Grösse wie in der Form ab. Ebenso weisen die Kalkkörperchen der Fühler und der Längsmuskeln konstante Verschiedenheiten auf (s. unten).

Auch die übrige Anatomie liefert gute Kennzeichen für diese Arten. Beide haben einen dorsalen an der linken Seite des Mesenteriums angewachsenen Steinkanal und eine einzige, ventral gelegene Poli'sche Blase. *S. inhaerens* soll zuweilen 2-3 Poli'sche Blasen haben, aber das müssen, wenn die Angabe überhaupt die echte *S. inhaerens* betrifft, reine Ausnahmen sein. Der Darm bietet dagegen grosse Unterschiede dar. Bei *S. bergensis* befindet sich ein wenig hinter dem Wassergefässring eine sehr derbe, dickwandige Darmpartie, ein wirklicher « Muskelmagen » (vergl. LUDWIG 1889-1892, S. 145), der sich von dem übrigen Darm dadurch noch schärfer

absetzt, dass das Mesenterium hier so verbreitert ist, dass der Muskelmagen nebst den angrenzenden Darmpartien eine kleine besondere Darmschlinge bildet — offenbar eine Anordnung, um den steifen Magen weniger hinderlich für die Kontraktionen des Körpers zu machen. Bei in konserviertem Zustande 10-15 Cm. langen Exemplaren beginnt diese Schlinge ungefähr 10 Mm. hinter dem Wassergefässringe und erreicht der Muskelmagen eine Länge von 12-20 mm. Bei *S. inhaerens* unterscheidet sich die entsprechende Darmpartie nur wenig von dem übrigen Darm. Ferner bildet der Darm bei S. *bergensis* durch zwei starke Biegungen drei in der Mitte des Körpers nebeneinander liegende Schenkel. Von diesen Schenkeln erreicht der mittlere (der aufsteigende) ungefähr 1/5-1/3 der Körperlänge und ist unweit seines Vorderendes auf gewöhnliche Weise durch ein Quergefäss mit dem ersten Schenkel verbunden (vergl. Ludwig 1889-1892, S. 209). Bei *S. inhaerens* liegen nirgends mehrere Darmschenkel nebeneinander. Der Darm geht etwas vor der Mitte des Körpers beinahe rechtwinkelig bis schräg nach hinten von dem medianen dorsalen Interradius in den rechten ventralen über, wo er unweit der ventralen Mittellinie bis zum After verläuft. Der Darm verläuft also beinahe gerade durch den Körper, man kann aber sagen, dass er aus zwei durch ein ganz kurzes Querstück verbundenen Schenkeln, einem dorsalen und einem ventralen, bestehe. Das Querstück entspricht zwar dem mittleren Darmschenkel bei anderen Seewalzen, verläuft aber nicht, wie bei diesen, nach vorn. Bei der Reduktion des aufsteigenden Schenkels ist das Quergefäss spurlos verschwunden. Von *S. inhaerens* habe ich auch Exemplare gefunden, wo der Darm vollständig gerade ist, indem er bis zum After im mittleren dorsalen Interradius verläuft. Aber dies kommt daher, dass die betreffenden Exemplare (durch Autotomie oder äussere Gewalt) vor dem Punkte, wo der Darm den mittleren dorsalen Interradius verlässt, abgeschnitten worden sind. Bei der darauf folgenden Regeneration hat der ganze Darm seine Lage in diesem Interradius behalten (dass das Hinterende bei solchen Exemplaren regeneriert ist, geht auch aus anderen Umständen hervor, die ich jedoch hier zu berühren keine Veranlassung habe). Ich halte es für wahrscheinlich, dass auch *S. bergensis* bei der Regeneration nach einer Verstümmelung in der Nähe des Vorderendes einen vollständig geraden Darm erhalten kann.

Das Mesenterium beider Arten ist bei den Darmbiegungen von

der Körperwand frei, wogegen es ohne Lückenbildung dem Darme folgt. An der Körperwand findet man deshalb nur in den Interradien, wo die Darmschenkel liegen, eine Ansatzlinie für das Mesenterium, und hier verläuft diese ganz gerade. Bei *S. bergensis* ist die Zahl der auf diese Weise von einander getrennten Mesenterien, ebenso wie die der Darmschenkel, drei, eines im mittleren dorsalen Interradius, eins im linken dorsalen und eins im rechten ventralen. Die Mesenterien sind viel länger als die entsprechenden Darmschenkel, indem sich das Mesenterium des ersten Schenkels nach hinten, das des zweiten nach vorn und hinten, das des dritten nach vorn in Gestalt eines schmalen, zuletzt fadenförmigen Bandes fortsetzt. Auf diese Weise erstrecken sich die drei Mesenterien beinahe durch die ganze Länge des Körpers. Bei *S. inhaerens* befinden sich nur im mittleren dorsalen und im rechten ventralen Interradius regelmässig Ansatzlinien, zuweilen ist jedoch das Mesenterium auf eine ganz kurze Strecke auch im linken dorsalen Interradius befestigt, in anderen Fällen fehlt aber der Körperwand in diesem Interradius jede Spur eines Mesenteriums. Die Mesenterien setzen sich, wie bei *S. bergensis*, in schmalen Bändern fort, die jedoch kürzer sind, als dort. Die Mesenterien beider Arten sind ganz oder beinahe ganz frei von Wimperorganen, dagegen kommen solche an der Innenseite der Körperwand, in Längsstreifen angeordnet, vor. Wo ein solcher Längsstreifen in demselben Interradius wie ein Mesenterium vorkommt, ist er immer nach einer bestimmten Seite von diesem verlegt, und zwar im mittleren dorsalen Interradius rechts vom Mesenterium, im linken dorsalen und im rechten ventralen Interradius ventral vom Mesenterium[1] — zuweilen kann man gleichwohl einzelne, zerstreute Wimperorgane auf der entgegengesetzten Seite finden. Bei *S. bergensis* findet man einen solchen Längsstreifen nur im linken dorsalen Interradius, wo die Wimperorgane hauptsächlich in der vorderen Hälfte des Körpers vorkommen; allein auch hier sind sie nicht sehr zahlreich. Bei *S. inhaerens* finden sich dagegen drei Längsstreifen Wimperorgane, einer im medianen dorsalen Interradius, einer im linken dorsalen und einer im rechten ventralen. Alle drei Längsstreifen erstrecken sich gewöhnlich beinahe durch den ganzen Körper. Die Wimperor-

[1] Diese Längsstreifen von Wimperorganen liegen also nie auf derselben Seite des Mesenteriums, wo das dorsale Längsgefäss des Darmes verläuft (vergl. LUDWIG **1889-1892**, S. 211).

gane sind im linken dorsalen Interradius am zahlreichsten (obschon das Mesenterium hier oft gänzlich fehlt), sie stehen aber auch in den beiden anderen Längsstreifen gewöhnlich so dicht, dass man diese Streifen schon mit dem blossen Auge als deutliche Längslinien durch die Körperwand erkennen kann, wo diese nur nicht allzu stark kontrahiert ist. Ausnahmsweise findet man zerstreute Wimperorgane, oder sogar ganze Längsstreifen solcher auch in anderen Interradien. Andererseits kommt es auch zuweilen vor, dass die Wimperorgane etwas weniger zahlreich sind — besonders im mittleren dorsalen Interradius können sie beinahe ganz fehlen.

Auch in Bezug auf die Geschlechtsorgane unterscheiden sich die beiden Arten von einander. Bei keinem der von mir untersuchten Exemplare von *S. bergensis* erreichen die Geschlechtsorgane 1/5 der Körperlänge, bei einigermassen ausgewachsenen Exemplaren von *S. inhaerens* erstrecken sie sich dagegen durch den grösseren Teil des Körpers, und erreichen oft über 3/4 seiner Länge. Hierbei ist zu bemerken, dass alle Exemplare beider Arten im Sommer gesammelt sind. Auch bei *S. bergensis* sind die Geschlechtsprodukte in gewissen Fällen ziemlich stark entwickelt, die Verschiedenheit kann deshalb wahrscheinlich nicht einzig auf einer bei den beiden Arten verschiedenen Fortpflanzungszeit beruhen. Aber selbst wenn dem so wäre,so ist ja auch das ein wesentlicher Unterschied.

Dass die von mir als *S. bergensis* bezeichnete Art sich von *S. inhaerens* scharf unterscheidet, dürfte hiernach unbestreitbar sein. Hieraus darf man nun jedoch nicht den Schluss ziehen, dass diese für die Fauna Skandinaviens neue Art auch für die Wissenschaft neu sei. In der That scheinen drei andere *Synapta*-Arten mit dieser ziemlich nahe verwandt zu sein, und zwar *S. galliennii* Herap., *S. macrankyra* Ludw. und *S. acanthia* H. L. Clark. Ich will mich deshalb, nachdem ich eine zusammenfassende Beschreibung meiner neuen Art gegeben habe, nun auch bei diesen drei Formen ein wenig aufhalten.

Bevor ich zur Beschreibung der Arten übergehe, will ich einige vorbereitende Bemerkungen über die den Kalkkörpern entnommenen Merkmale machen, auf die ich mich im folgenden beziehe. Ich habe gefunden, dass scheinbar unbedeutende Abweichungen in den Proportionen der Anker und Ankerplatten manchmal gute Merkmale abgeben können. Was den Anker anbelangt, so habe ich die Länge und die Breite (Entfernung der Armspitzen des Ankers),

ferner die Länge der die Armspitzen mit der Mitte des Bogens verbindenden geraden Linien und den Winkel zwischen diesen beiden Linien gemessen. Man kann, obschon etwas uneigentlich, die Länge dieser Linien, als Armlänge und den Winkel zwischen ihnen als Winkel zwischen den Armen bezeichnen. Bei der Platte habe ich die Länge und Breite gemessen. Bei solchen Messungen muss man darauf achten, dass die Punkte, deren Abstand gemessen werden soll, in derselben Ebene liegen — besonders der Abstand zwischen den Spitzen der Ankerarme wird sonst beim Messen leicht zu klein. Ferner sind die Platten gerade mit denjenigen Ankern zu vergleichen, mit denen sie zusammengehören.

Durch einen Vergleich der in dieser Weise gefundenen Masse stellt man die Proportionen des Ankers und der Platte, sowohl an und für sich, wie im Verhältnis zu einander fest. Die Zahlen, die die Proportionen angeben, können zwar alle für die Beschreibung der Art von Bedeutung sein, die wichtigsten scheinen jedoch teils das Verhältnis zwischen der Breite und Länge der Platte, teils das Verhältnis zwischen der Breite des Ankers und der der Platte zu sein. Schon von Anfang an fiel mir auf, dass *S. bergensis* und *S. inhaerens* sich leicht durch den Unterschied in letzterem Verhältnisse unterscheiden lassen, indem der Anker bei der ersteren Art breiter als die Platte, bei der letzteren dagegen schmäler als diese ist, was sich im Mikroskop unmittelbar, ohne jede Messung feststellen lässt. Weniger brauchbar sind die Zahlen, die man erhält, wenn man bei der Vergleichung von der Länge des Ankers ausgeht, denn diese schwankt nicht allein bei verschiedenen Individen einer Art, sondern auch in verschiedenen Teilen ein und desselben Tieres viel stärker, als die Breite des Ankers und die Masse der Platte. Hierin dürfte auch der Grund liegen, dass H. L. Clark (1899), der die Frage, ob die Proportionen der Anker und Ankerplatten sich als Artenmerkmale verwenden lassen, ebenfalls diskutiert hat, zu einem negativen Resultat gekommen ist — er berechnet alle Dimensionen in Procenten der Ankerlänge und hat überhaupt nur an einer Stelle die Breite des Ankers und der Platte angegeben. Die oben von mir als Armlänge und Winkel zwischen den Armen bezeichneten Masse lasse ich hier unberücksichtigt, da sie mir keine grössere Bedeutung für die Begrenzung der hier behandelten Arten zu haben scheinen. Ausserdem geben die Figuren über die Beschaffenheit der Anker in dieser Beziehung Auskunft.

Wie auch CLARK bei den von ihm untersuchten *Synapta*-Arten gefunden hat, haben die Kalkkörper in den verschiedenen Körperteilen eine verschiedene Grösse, aber auch eine etwas verschiedene Form. Man muss deshalb bei jeder Art angeben, wie sich die Kalkkörper in den verschiedenen Körperteilen, z. B. dem Vorderende, der Mitte und dem Hinterende, verhalten. Ferner ist zu berücksichtigen, dass die Kalkkörper bei kleinen, jungen Exemplaren kleiner als bei grossen, ausgewachsenen sind. Die neuangelegten Kalkkörper erhalten immer grössere Dimensionen, je mehr das Tier heranwächst; ein sekundärer Zuwachs der schon fertigen kommt dagegen natürlich nicht vor. Da die in der Jugend angelegten Kalkgebilde noch bei ausgewachsenen Tieren in grösserer oder kleinerer Anzahl bestehen, so findet man bei diesen Kalkkörper von sehr verschiedenen Dimensionen. Deshalb muss von jedem Körperteil eine grössere Anzahl Anker und Platten (z. B. zehn) gemessen werden, was auch CLARK gethan hat. Auf diese Weise erhält man, wenigstens wenn die abweichendsten Kalkkörper und vor allem reine Missbildungen nicht in Rechnung gezogen werden, zuverlässige Durchschnittszahlen.

S. bergensis ist im Leben gewöhnlich 12-20, selten bis 30 Cm. lang, ihre Farbe ist infolge dicht gestellter roter Punkte rot. Fühler 12 (von 110 Exemplaren ein einziges mit nur 11). Die Zahl ihrer Nebenäste oder Finger auf jeder Seite 7-10, selten an einzelnen Fühlern 11 oder nur 6; durchschnittliche Fingerzahl der verschiedenen Fühler eines Individes beinahe stets 8-9 an jeder Seite des Fühlers. Die Finger, ausgenommen die untersten, alle von ungefähr gleicher Länge; auch der terminale (die freie Spitze des Hauptstrahles) kaum länger als die angrenzenden. Die Sinnesknospen durchschnittlich ungefähr 8 an jedem Fühler, jedoch sehr wechselnd an Zahl, z. B. zwischen 3 und 12 an den verschiedenen Fühlern eines Individes. Ein Steinkanal, eine Poli'sche Blase. Die Radialstücke des Kalkringes für den Radialnerv durchlöchert. Der Darm mit kräftigem, in einer besonderen Schlinge versenktem Muskelmagen ein wenig hinter dem Ringkanal, und mit drei nebeneinander liegenden Schenkeln; der mittlere von diesen erreicht etwa 1/5-1/3 der Körperlänge und ist mit dem ersten durch ein Quergefäss verbunden. Die Wimperorgane wenig zahlreich, auf einen Längsstreifen im linken dorsalen Interradius beschränkt. Die

Geschlechtsorgane erreichen, wenigstens im Sommer, nicht 1/5 der Körperlänge. — In den Längsmuskeln, wenigstens im vorderen Teil des Körpers, ausnahmsweise auch in der Haut zwischen den Längsmuskeln, 25-40 μ lange C- und, jedoch spärlicher, O- förmige Kalkkörperchen, ausserdem schwächer gebogene oder gerade Stäbchen und runde Körnchen. Im unteren Teil der Fühler ähnliche O-, C- und auch X- förmige Körperchen, die nach der Fühlerspitze zu in bogenförmige, an den Enden verdickte und oft schwach eingeschnittene, 50-60 μ lange Stützstäbe übergehen. Die Haut stark klettend. Anker in der Mitte des Körpers bei verschiedenen Individen durchschnittlich (275-) 300-400 (-430) μ lang, (160-) 170-230 (-240) μ breit; die Ankerarme lang, ausser an der Basis beinahe gerade, jeder mit (5-) 7-9 (-11) Widerhäkchen, an Ankern vom Vorderende des Körpers jedoch zuweilen nur 4-6; bei den meisten Individen ausserdem an manchen Ankern 1-3 Zähne an der stark konvexen Mitte des Bogens. Die Breite der Anker durchschnittlich grösser als die halbe Länge, im Hinterteile des Körpers jedoch ausnahmsweise ungefähr gleich der halben Länge. Länge der Ankerplatten durchschnittlich ungefähr 3/4 derjenigen der Anker; ihre Breite durchschnittlich etwa 2/3 ihrer eigenen Länge und geringer als die Breite der dazugehörigen Anker, im Hinterende des Körpers jedoch ausnahmsweise gleich der Breite der Anker oder sogar etwas grösser. Die Seitenteile des Bügels über der Platte erhoben, an den Enden mehr oder weniger verzweigt; die Mittelpartie des Bügels ist, wie bei anderen Arten der Gattung *Synapta* (laut meiner Begrenzung, 1898) in dem Niveau der Platte versenkt, erhebt sich jedoch, infolge der Verdickung des Bügels, wulstförmig ein wenig auf der dem Anker zugewendeten Seite. Das Gelenkende der Platte (oberhalb des Bügels auf der Fig. 1) mit ungefähr 10 kleinen Löchern, ausser den an den Bügel grenzenden. Das freie Ende der Platte (unterhalb des Bügels) mit einer Anzahl grösserer, runder, bezahnter Löcher, darunter eins beinahe im Centrum der Platte; um dieses Centralloch herum ein regelmässiger Kreis von anderen Löchern, deren Zahl immer bei einem bedeutenden Teil der Platten 6, bei zahlreichen anderen aber 7 (-9) beträgt; ausserhalb dieses Kreises befindet sich bei zahlreichen, oft den meisten, Platten noch eine Anzahl kleinerer, aber, mit Ausnahme der allerkleinsten, ebenfalls bezahnter Löcher; die ganze Zahl bezahnter Löcher ist jedoch höchstens etwa 15. Der äussere Umriss gewöhnlich an man-

chen Platten hie und da bezahnt, der grössere Teil des Umrisses jedoch stets glatt; seltener sind alle Platten vollständig glattrandig. Unter den normalen Kalkkörpern kommen bei den meisten Exemplaren missgebildete vor; die missgebildeten Anker gewöhnlich mit überzähligen, gespaltenen, oder abnorm gerichteten Armen, die monströsen Platten gewöhnlich von normaler Breite, aber kurz, plump mit wenigen, unregelmässig geordneten, schwach oder gar nicht bezahnten Löchern.

Die Dimensionen (Länge und Breite) der Anker und Platten in den verschiedenen Körperteilen gehen aus untenstehender Tabelle hervor. Die obere Reihe (I) giebt die unter Zugrundelegung von mehr als 1000 Messungen bei vielen verschiedenen Individen berechneten Durchschnittsdimensionen dieser Kalkkörper; die Masse der zweiten Reihe (II) verstehen sich für ein grosses Exemplar (ausgestreckt wahrscheinlich 25-30 Cm. lang), die der dritten Reihe (III) dagegen für ein kleines Exemplar (dünn ausgestreckt 10 Cm. lang).

	VORDERTEIL		MITTE DES KÖRPERS		HINTERTEIL	
	ANKER	PLATTE	ANKER	PLATTE	ANKER	PLATTE
I	292×175 μ	226×147 μ	352×200 μ	267×174 μ	378×205 μ	278×182 μ
II	360×215 μ	284×181 μ	430×238 μ	342×209 μ	465×241 μ	355×216 μ
III	254×146 μ	188×121 μ	280×167 μ	203×144 μ	308×178 μ	235×158 μ

Bei dem grossen Exemplare (II) ist der kleinste gemessene Anker 330, der grösste 530 μ lang, bei dem kleinen Exemplare (III) der kleinste Anker 200, der grösste 360 μ; noch bedeutendere Grössenunterschiede kommen zuweilen bei einem Individ vor.

Junge, die ich in obenstehender Beschreibung nicht berücksichtigt habe, haben eine etwas kleinere Fingerzahl an den Fühlern, etwas kleinere Anker und Platten, eine etwas geringere Anzahl Löcher in den Platten und entbehren zuweilen Kalkkörperchen in den Längsmuskeln. Sie lassen sich jedoch stets von *S. inhaerens* schon durch eine Untersuchung der Kalkgebilde unterscheiden. Die wichtigste Abweichung von dieser Art liegt, meiner Ansicht nach, gleichwohl in dem Vorkommen eines Muskelmagens und dreier nebeneinander liegender Darmschenkel. Das leztere Kennzeichen dürfte jedoch bei Individen, die den grosseren Teil des Korpers verloren und später regeneriert haben, felhen können (vergl. oben).

S. bergensis lebt meistens auf Moderboden, stets in geringen

Tiefen (ich selbst habe sie aus Tiefen von 5 bis 50 m. gesammelt), zuweilen zusammen mit *S. inhaerens*. Bisjetzt ist sie mir von der Westküste Norwegens (Bergen und Trondhjemfjord) und Schwedens (Kristineberg in Bohuslän), sowie von den Faröern bekannt.

Vor einigen Jahren wies LUDWIG (1898) nach, dass die von HERAPATH (1865) beschriebene, zu meiner Gattung *Labidoplax* gehörende *Synapta thomsonii* sich hinreichend von *Labidoplax* (*Synapta*) *digitata* (Mont.) unterscheide, was übrigens auch mir

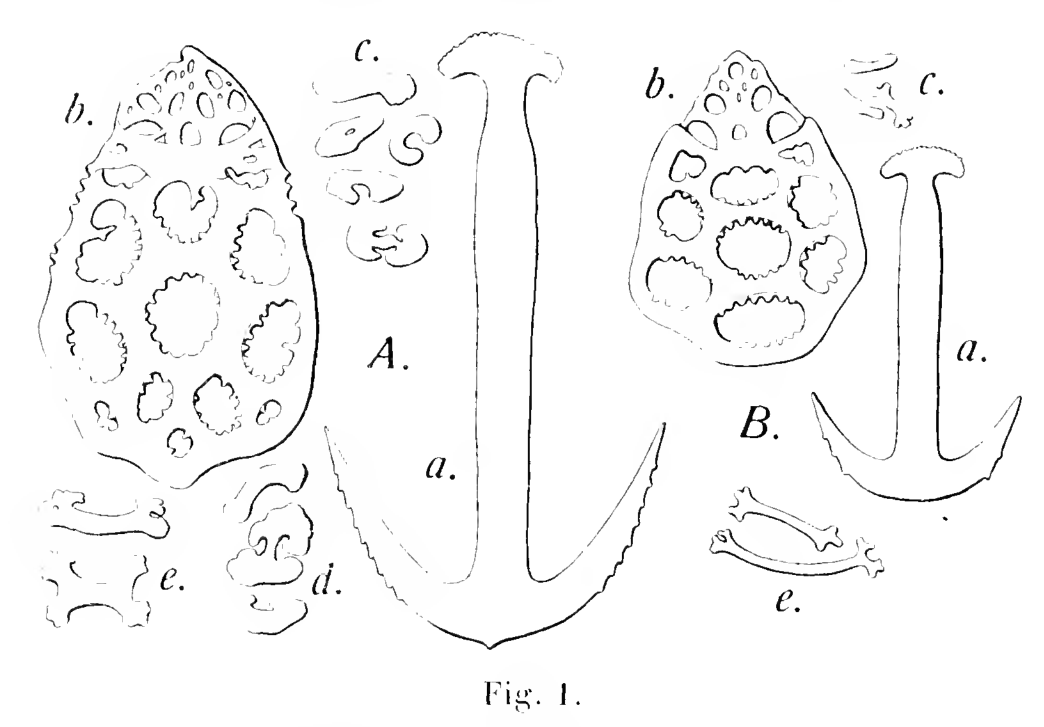


Fig. 1.

FIG. 1. — A : *Synapta bergensis*. — B : *S. decaria*. — *a*. Anker. — *b*. Ankerplatte. — *c*, Kalkkörper der Längsmuskeln. — *d*. Kalkkörper aus den unteren Teilen der Fühlerstämme. — *e*. Stützstäbe der Fühlerfinger.
Anker und Platte von *S. bergensis* × 125, übrige Kalkkörper × 205.

schon vorher durch Untersuchung mehrerer Exemplare von diesen zwei Arten bekannt war. Gleichzeitig mit *S. thomsonii* beschrieb aber HERAPATH auch eine *S. galliennii* von den Normannischen Inseln (Guernesey), von welcher Art RAY LANKESTER (1868) noch einige weitere Notizen mitteilte[1]. Neuere Verfasser wie THÉEL (1886), BELL (1892) und LUDWIG (1900) haben *S. galliennii* für identisch mit *S. inhaerens* gehalten. Thatsächlich hält der von HERAPATH angegebene Unterschied in der Fingerzahl der Fühler

[1] HERAPATH nennt seine Art erst (S. 5) « *S. galliennii* vel *saruiensis* », dann im Texte « *S. galliennii* », in der Tafelerklärung aber « *S. sarniensis* ». Von diesen Namen muss der erste Gültigkeit haben. « *Saruiensis* » dürfte ein Druckfehler sein. LANKESTER nennt sie *S. sarniensis*.

nicht Stich, da skandinavische Exemplare von *S. inhaerens*, im Gegensatz zu denjenigen von Guernesey, durchschnittlich 6 Paar Finger haben. Und der Wert der Unterschiede bezüglich der Kalkkörper liess sich ja, bevor eine eingehende Untersuchung der Variation bei *S. inhaerens* vorlag, nicht recht schätzen. Da HERAPATH und LANKESTER indessen ein grosses Material von beiden Formen, darunter auch lebende Exemplare, gesehen und sie scharf und konstant getrennt gefunden haben, so konnte man jedoch erwarten, dass eine neue Untersuchung ihnen recht geben werde. Ein mir vorliegendes Exemplar von *S. galliennii* bestätigt auch ihre Angaben, es zeigt aber ausserdem zwei von ihnen übersehene, viel wichtigere Unterschiede von *S. inhaerens* : der Darm hat einen kräftigen Muskelmagen und drei nebeneinander liegende Schenkel. Hierdurch ist der artliche Unterschied von *S. inhaerens* endgültig festgestellt.

Aber auch *S. galliennii* und *S. bergensis* scheinen mir verschieden genug zu sein. *S. galliennii* hat nach HERAPATH an jeder Seite des Fühlers 6 Finger — er betrachtet dies als einen Hauptcharakter für die Art und hat, wie gesagt, ein grosses Material untersucht; die Richtigkeit der Angabe kann also keinem Zweifel unterliegen. Das mir vorliegende Exemplar hat dieselbe Anzahl, einzelne Fühler zeigen jedoch, dass die Anzahl, wenigstens auf der einen Seite des Fühlers, auf 5 sinken, oder auf 7 steigen kann. Allein bei keinem einzigen grossen Exemplar von *S. bergensis* habe ich eine kleinere durchschnittliche Fingerzahl als 8 auf jeder Seite gefunden, und schon bei 3-4 Cm. langen Jungen war die Durchschnittszahl ungefähr 7. Ferner kommt es mir, dem vorliegenden, allerdings weniger gut konservierten Exemplare nach zu urteilen, vor, als nähmen die Finger bei *S. galliennii*, wie bei *S. inhaerens*, nach der Fühlerspitze hin an Länge zu. HERAPATH giebt auch keinen Unterschied zwischen diesen Arten in dieser Beziehung an, aber bei einem Vergleiche lebender Individen von *S. bergensis* und *S. inhaerens* muss einem der grosse Unterschied unwillkürlich in die Augen fallen. RAY LANKESTER macht die Bemerkung, dass die Haut bei *S. galliennii* schwächer gefärbt und dünner als bei *S. inhaerens* sei, was dann auch ein Unterschied von *S. bergensis* wäre. Weder HERAPATH noch LANKESTER haben etwas über Grössenunterschiede in den Ankern und Platten zwischen *S. galliennii* und *S. inhaerens* mitzuteilen, was, besonders da L. dergleichen Unterschiede in Bezug auf andere

Kalkkörper angiebt, bedeuten dürfte, dass keine auffallenden Grössenunterschiede existieren. Bei dem mir vorliegenden Exemplare von *S. gallienii*, das sehr gross (im Leben, voll ausgestreckt, wahrscheinlich mehr als 25 Cm. lang) ist, sind die Kalkkörper in der That von ungefähr derselben Grösse, wie bei ganz kleinen Exemplaren von *S. bergensis*, und nur wenig grösser als bei den grössten Exemplaren von *S. inhaerens*. Die Ankerlänge ist durchschnittlich im Vorderende des Körpers 250 µ, in der Körpermitte 285 µ, im Hinterende 325 µ. Die Proportionen der Anker und Platten scheinen auch kleine Abweichungen von denen von *S. bergensis* aufzuweisen, da aber nur ein Individ vorliegt und bei diesem zahlreiche der fraglichen Kalkkörper zerbrochen oder verloren gegangen sind, lassen sich keine sicheren Schlüsse ziehen. Die Ankerarme haben (3-) 5-7 (-9) Widerhäkchen, sehr selten ein Zäpfchen auf der Mitte des Bogens. Bei den Ankerplatten ist die ganze Peripherie des freien Endes (unterhalb des Bügels) dicht bezahnt; höchstens einzelne Platten findet man, bei denen die Bezahnung des freien Endes auf eine kurze Strecke unterbrochen ist (bei nicht fertigen Platten sind natürlich sowohl der äussere Umriss wie alle Löcher glattrandig). Hierdurch kann man sogar jede einzelne Platte von denen bei *S. bergensis* unterscheiden, wo höchstens ein kleinerer Teil der Peripherie bezahnt ist. Ferner ist die Zahl der um das Centralloch des freien Endes einen Kreis bildenden bezahnten Löcher beinahe stets 7 oder mehr, nur in einzelnen, sehr seltenen Platten 6. Auch die Zahl der ausserhalb dieses Kreises liegenden accessorischen Löcher ist, wenigstens bei Platten vom Vorderteil des Körpers durchschnittlich grösser als bei *S. bergensis*. Bei dem mir vorliegenden Exemplare ist bei vielen Platten vom Vorderende die Zahl der Löcher des freien Endes 20-30, unter denen man kein von einem regelmässigen Kreis von anderen umgebenes Centralloch mehr finden kann. Wie sich kleinere Exemplare hierin verhalten, ist mir nicht bekannt, die starke Bezahnung der Peripherie hingegen ist durch HERAPATH's Angaben genügend festgestellt. Die Kalkkörper der Längsmuskeln sind leider bei meinem Exemplare durch beginnende Entkalkung beinahe zerstört. Die Stützstäbchen der Fühler stimmen, nach LANKESTER, in Grösse und Form mit denen bei *S. bergensis* überein [1].

[1] HERAPATH sagt, dass die Ankerplatten bei *S. gallienii*, im Gegensatz zu denen bei *S. inhaerens*, mit einem Bogen (« arch ») versehen seien. Die Sache beschrankt sich

Im Jahre 1887 beschrieb SEMON eine *Synapta* von Neapel, die er als mit *S. hispida* Heller identisch betrachtete. LUDWIG hat (1898) das Unhaltbare dieser Annahme nachgewiesen und SEMON's Art einen neuen Namen, *S. macrankyra*, gegeben. Da ich betreffs der Kalkkörper wichtige Ähnlichkeiten zwischen dieser Art und den beiden oben behandelten fand, verschaffte ich mir ein Exemplar aus Neapel. Eine Untersuchung dieses zeigte mir, dass sich *S. macrankyra* auch in Bezug auf den Darmverlauf und durch den Bezitz eines Muskelmagens an *S. galliennii* und *S. bergensis* anschliesst. Mit der letzteren Art stimmt sie in der Zahl der Fühlerfinger und in der Beschaffenheit der Peripherie der Platte überein — die Bezahnung ist indessen etwas stärker als bei *S. bergensis*. Die Anker und Platten sind jedoch viel grösser (Anker bis zu mehr als 800 μ lang und auch durchschnittlich, wenigstens im grössten Teile des Körpers, mehr als 500 μ), die Platten ausserdem in ihrem freien Ende mit zahlreichen (gewöhnlich 25-40), unregelmässig angeordneten Löchern versehen, wie auch aus LUDWIG's Angaben hervorgeht. Ich will für meinen Teil, unter Übergehung einiger kleineren Unterschiede betreffs der Kalkkörper, hinzufügen, dass die seltenen nur etwa 200-275 μ langen, zu 235-350 μ langen Ankern gehörenden Platten im freien Ende der Platte noch ein deutliches, von einem regelmässigen Kreis von 6-7 anderen umgebenes Centralloch zeigen. Ausserhalb dieser befindet sich stets noch ein Kreis von kleineren Löchern, so dass diese kleinen Platten den grösseren von *S. bergensis* sehr ähneln.

H. L. CLARK beschreibt (1899 *a*) von den Bermudasinseln eine *S. acanthia*, die durch die Beschaffenheit der Kalkkörper und ausserdem noch durch den Besitz eines Muskelmagens eine nahe Verwandtschaft mit *S. galliennii*, *macrankyra* und *bergensis* aufweist. Der Darm hingegen soll gerade und in seiner ganzen Länge an dem im medianen dorsalen Interradius verlaufenden Mesenterium befestigt sein. Ich betrachte jedoch, wenigstens so lange nur einzelne Exemplare untersucht sind, einen solchen Darmverlauf als eine dadurch bedingte Abnormität, dass der grösste Teil des Körpers

jedoch, wie bei *S. bergensis*, darauf, dass die Mittelpartie des Bügels sich wulstförmig ein wenig über das Niveau der Platte erhebt. Ein Bügel der, wie bei *Euapta* und *Chondrocloea*, über ein in der Mittellinie der Platte liegendes Loch erhoben, von beiderseitig von diesem Loche befindlichen Stützen getragen wird, findet sich bei der Gattung *Synapta* (nach meiner Begrenzung, 1898) nicht. Hiervon überzeugt man sich leicht, wenn man die Platte von ihrer inneren, der Ringmuskelschicht zugewendeten Seite betrachtet.

einmal verloren gegangen ist und sich nachher regeneriert hat — dass es sich in ähnlichen Fällen bei *S. inhaerens* so verhält, habe ich mit voller Gewissheit feststellen können[1]. Wenn dem so ist, so ist doch noch die Frage zu beantworten, ob *S. acanthia* im Darmverlauf mit *S. inhaerens* oder, was ich für wahrscheinlicher halte, mit *S. bergensis* übereinstimmt. In jedem Falle ist *S. acanthia* von den verwandten europäischen Arten u. a. durch zahlreiche Sinnesknospen an den Fühlern, mehrere (3-5) Poli'sche Blasen und dadurch, dass die Anker von zwei verschiedenen Arten, kleine und grosse, sind, genügend verschieden — bei den europäischen Arten, insbesondere bei *S. macrankyra*, sind zwar auch grosse Unterschiede in den Dimensionen der Anker bei demselben Individ vorhanden, aber die kleinsten und grössten sind nur die Endpunkte in einer einzigen ununterbrochenen Serie.

S. acanthia ist sowohl systematisch wie geographisch die von den übrigen am weitesten entfernte Art. Aber auch die drei europäischen Formen müssen als artlich getrennt aufgefasst werden. Keine von ihnen lässt sich als eine Zwischenform zwischen den beiden anderen bezeichnen. Inbetreff der Löcher der Platten nimmt *S. galliennii* zwar eine Mittelstellung zwischen *S. macrankyra* und *S. bergensis* ein. Allein durch eine geringere Anzahl Fühlerfinger, durch die dichte Bezahnung der Peripherie der Ankerplatte, einigermassen auch durch die Kleinheit der Kalkkörper unterscheidet *S. galliennii* sich so scharf von *S. macrankyra* und *S. bergensis*, dass die Aufstellung dieser beiden Arten vollkommen gerechtfertigt ist. Möglich, wenn auch weniger wahrscheinlich ist es ja jedoch, dass Zwischenformen vorkommen, die eine Degradierung der beiden zuletzt beschriebenen Arten in geographische Unterarten von *S. galliennii* veranlassen können.

2. *Synapta decaria n. sp.*

(Fig. 1, B)

In Lilljeborg's Sammlungen norwegischer Meerestiere fand ich auch ein im Jahre 1858 bei Molde erhaltenes Vorderende einer kleinen *Synapta* mit nur 10 Fühlern. Seitdem habe ich selbst aus

[1] Dass es sich mit der von Semper beschriebenen *Chondrocloea* (*Synapta*) *recta* ebenso verhält, ist um so sicherer, als sich dort noch Reste von Mesenterien im linken dorsalen und rechten ventralen Interradius vorfanden. Ludwig (**1889-92**, S. 160) bezweifelt die Richtigkeit der Semper'schen Angaben. Meines Dafürhaltens dürften die Angaben vollständig richtig, die Abweichung aber durch Regeneration bedingt und deshalb nur individuell und ohne systematische Bedeutung sein (vergl. p. CXXXV).

dem Trondhjemfjord ein ähnliches Individ erbeutet und ferner in verschiedenen skandinavischen Museen noch eine Anzahl Exemplare angetroffen, so dass die, wie sich bald zeigte, neue Art mir nun von 7 Lokalen, in allerdings nur 11, teilweise unvollständigen oder entkalkten Exemplaren, vorliegt. Im zoologischen Museum der Universität Christiania, dem die meisten Exemplare meines Materials gehören, fand ich einige von M. Sars als « *Synapta decaria, n. sp.* » bezeichnete, und nehme nun, indem ich die Meinung dieses ausgezeichneten Forschers über diese Exemplare bestätige, den von ihm vorgeschlagenen, die Fühleranzahl angebenden Namen mit Vergnügen auf.

S. decaria ist eine sehr kleine Art von dünner, langgestreckter Körperform ; die mir vorliegenden vollständigen Exemplare sind 1,5-5 Cm. lang, 1,5-3 Mm. dick. Das von mir gesammelte Individ auch im Leben unpigmentiert, weisslich. Fühler 10 mit 3, 4 oder an einzelnen Fühlern nur 2 Fingern an jeder Seite[1]. Die Finger nehmen nach der Spitze der Fühler zu deutlich an Länge zu, der terminale ist der längste von allen. Die Sinnesknospen sehr deutlich, stark erhoben, ihre Anzahl gewöhnlich etwa 5 (2-8) an jedem Fühler. Ein Steinkanal. Poli'sche Blasen, wenigstens in der Regel, 2 oder 3, oft verschieden gross (von 8 geöffneten hatten 5 Exemplare 3 Poli'sche Blasen, 1 nur 2, 1 übel maceriertes 2 oder 3, das achte, noch schlechter erhaltene 2 oder möglicherweise nur eine einzige). Die Radialstücke des Kalkringes mit einem Loch für den Radialnerv. Der Darm ohne Muskelmagen, unweit der Körpermitte, ohne Bildung eines aufsteigenden Schenkels, von dem medianen dorsalen in den rechten ventralen Interradius übergehend. Wimperorgane ziemlich gross (ca. 200 μ im Durchmesser), sehr gering an Zahl, eine einfache, durch grosse Zwischenräume unterbrochene Reihe im linken dorsalen Interradius bildend. Geschlechtsorgane bei allen untersuchten Exemplaren kurz, 2-5 Mm. lang, aber, wie gewöhnlich, verästelt und schon bei einem 2 Cm. langen Tiere mit stark entwickelten Eiern. — In den vorderen Teilen der Längsmuskeln bei einigen Exemplaren 20-40 μ lange, gerade bis schwach gebogene, an den Enden zuweilen verdickte oder gespaltene Stäbchen. Die Stützstäbe der Fühler schwach gebogen, an den Enden

[1] Hier können somit bei demselben Tiere einige Fühler « gefiedert », andre « gefingert » sein (vergl. LUDWIG. **1889-92**, S. 97) was beweist, dass diese künstliche Einteilung sich kaum länger aufrecht erhalten lässt. Infolge der Form nenne ich die Nebenäste in beiden Fällen Finger.

etwas verästelt, im unteren Teile des Fühlers 40-60 μ, im oberen 60-80 μ lang. Anker klein, in der Mitte des Körpers durchschnittlich ungefähr 140-170 μ lang; die Ankerarme lang mit 3-5 (-7 ganz kleinen Widerhäkchen; an Ankern vom vordersten Teile des Körpers jedoch weniger, in der Regel 1-3, zuweilen gar keine Widerhäkchen; die Mitte des Bogens glatt. Breite der Anker durchschnittlich bedeutend mehr als die halbe Länge (etwa 60 % der Länge). Länge der Ankerplatten durchschnittlich mehr als 4/5 bis etwa 9/10 von der der Anker, ihre Breite durchschnittlich mehr als 3/4 ihrer eigenen Länge und grösser als die Breite der dazu gehörigen Anker (obschon diese verhältnismässig breit sind), im vordersten Teile des Körpers jedoch ausnahmsweise ungefähr gleich der Breite der Anker. Die Seitenteile des Bügels einfach oder schwach verzweigt, etwas über die Platte erhoben, die Mittelpartie dagegen vollständig im Niveau der Platte. Das Gelenkende der Platte mit etwa 5 Löchern, ausser den an den Bügel grenzenden. Das freie Ende der Platte mit einem bezahnten, von einem regelmässigen Kreis von 6 anderen grossen bezahnten Löchern umgebenen Centralloche; in einzelnen Platten 1-3 ganz kleine accessorische Löcher. Der äussere Umriss der Platte ist beinahe stets vollständig glatt. Missbildungen der Kalkkörper selten. Die Länge und Breite der Anker und Platten in den verschiedenen Körperteilen bei einem 2 Cm. langen Exemplar sind durchschnittlich folgende :

VORDERTEIL		MITTE DES KÖRPERS		HINTERTEIL	
ANKER	PLATTE	ANKER	PLATTE	ANKER	PLATTE
149×97 μ	126,5×97,5 μ	150×91 μ	135,5×105 μ	158,5×91 μ	133×106,5 μ

Der grösste Anker ist 180 μ, der kleinste 135 μ lang. Beim grössten Exemplare sind die Kalkkörper leider teilweise aufgelöst, es lässt sich jedoch feststellen, dass sie etwas grösser (der grösste Anker 210 μ lang) sind, in ihren Proportionen jedoch nicht abweichen.

S. decaria lebt, so viel aus vorliegenden Notizen hervorgeht, auf Sandboden oder auf mit Sand gemischtem Thon in einer Tiefe von 40-70 m. Man hat sie hier mehrmals zusammen mit *Labidoplax buskii* (Mc. Int.), dagegen, soweit bekannt, nicht mit *S. inhaerens* oder *S. bergensis* erhalten. Die bis jetzt bekannte Verbreitung erstreckt sich die Westküste Skandinaviens entlang vom Trondhjemfjord bis zum südlichen Teile des Kattegats, zwischen der dänischen Insel Anholt und der schwedischen Küste.

3. *Synapta inhaerens* (O. F. Müll.)
(Fig. 2, A.)

Da diese Art unter Zugrundelegung von Exemplaren aus dem südlichen Norwegen aufgestellt ist, ist die dort lebende Form als die typische zu betrachten. Die Kenntnis dieser Form ist daher zur Entscheidung der Frage, ob aus anderen Gegenden herstammende Exemplare sich zu *S. inhaerens* hinführen lassen, notwendig; bisher ist jedoch keine genügende Beschreibung der norwegischen Form gegeben worden. Ich will hier versuchen, diesem Mangel abzuhelfen.

S. inhaerens ist im Leben gewöhnlich 10-18, ausnahmsweise bis 30 cm. lang, mit einer roten, durch dicht gestellte rote Punkte bedingten Farbe. Fühler 12, selten 10, 11 oder 13 (von etwa 190 Exemplaren 1 mit 10, 1 mit 11, aber nicht weniger als 13 mit 13 Fühlern). Die Finger oder Nebenäste der Fühler an jeder Seite in der Regel 5-7, zuweilen 4 oder 8, sehr selten nur 3 oder, jedoch nur an der einen Seite des Hauptstrahles, 9 oder sogar 10 — auch sonst ist die Anzahl der Finger auf beiden Seiten desselben Fühlers oft verschieden; die durchschnittliche Fingeranzahl der Fühler eines Individes in der Regel jederseits 6, nicht selten 5 oder 7, selten 8 oder nur 4[1]. Die Finger nach der Fühlerspitze zu an Länge stark zunehmend, der unpaarige, terminale der längste von allen. Die Sinnesknospen durchschnittlich ungefähr 8 an jedem Fühler, schwanken jedoch auch an den verschiedenen Fühlern desselben Tieres sehr stark, z. B. zwischen 2 und 14. Ein Steinkanal; eine Poli'sche Blase. Die Radialstücke des Kalkringes für den Radialnerv durchlöchert. Der Darm ohne Muskelmagen, unweit der Körpermitte beinahe geradlinig und ohne Bildung eines aufsteigenden Schenkels von dem medianen dorsalen in den rechten ventralen Interradius übergehend; zusammen mit dem aufsteigenden Schenkel kommt auch das zugehörige Quergefäss in Wegfall. Die sehr zahlreichen Wimperorgane bilden einen breiten Längsstreifen im linken dorsalen Interradius, schmälere, aber gleichwohl gewöhnlich sehr deutliche Längsstreifen in dem medianen dorsalen und in dem rechten ventralen Interradius. Die Geschlechtsorgane, wenigstens

[1] Wie in den übrigen Beschreibungen, habe ich auch hier Junge nicht in Betrach gezogen. Auch sehr grosse Exemplare haben zuweilen durchschnittlich nur 4 Finger an den Fühlern. Zuweilen sind einzelne Finger unvollständig gespalten oder sogar federförmig verzweigt.

im Sommer, sehr lang, (ausser bei Jungen) mehr als die halbe Körperlänge erreichend. — In den Längsmuskeln finden sich gewöhnlich, wenigstens im vorderen Teile des Körpers, runde Körnchen und gerade bis schwach gebogene, an den Enden oft verdickte Stäbchen von 10-40 μ Länge. Im unteren Teile der Fühler 40-70 μ lange, schwach gebogene, an den Enden verdickte und schwach eingeschnittene, in den Fühlerspitzen 70-100 μ lange, an den Enden stärker verästelte Stützstäbe. Die Haut ziemlich schwach klettend. Die Anker von mässiger Grösse, in der Mitte des Körpers bei den verschiedenen Individen durchschnittlich (210-) 220-265 (-280) μ lang, (105-) 110-130 (135) μ breit; die Ankerarme ziemlich kurz, mit je (2-) 3-5 (-7) Widerhäkchen; die Mitte des Bogens beinahe immer glatt. Breite der Anker durchschnittlich ungefähr gleich der halben Länge, im Vorderende des Körpers jedoch beinahe immer etwas mehr und im Hinterende desselben etwas weniger als die halbe Länge. Länge der Ankerplatten durchschnittlich ungefähr 4/5 derjenigen der Anker, ihre Breite durchschnittlich etwa 2/3 ihrer eigenen Länge und grösser als die Breite der zu ihnen gehörigen Anker, im Vorderende des Körpers jedoch ausnahmsweise ungefähr gleich der Breite der Anker. Die Seitenteile des Bügels etwas über die Platte erhoben, ganz einfach oder mit den Enden schwach verästelt; die Mittelpartie des Bügels vollständig im Niveau der Platte, nicht wulstförmig erhoben. Das Gelenkende der Platte gewöhnlich mit etwa 5 kleinen Löchern, ausser den an den Bügel grenzenden. Das freie Ende der Platte mit einem bezahnten, von einem regelmässigen Kreise von 6, oder zuweilen in einzelnen Platten 7 anderen, ebenfalls bezahnten Löchern umgebenen Centralloche; ausserhalb dieses Kreises oft, besonders bei grossen Exemplaren, in einigen Platten noch vereinzelte ganz kleine, gewöhnlich unbezahnte Löcher. Der äussere Umriss der Platte beinahe stets vollständig glatt. Anker und Platten nur selten missgebildet. Die Dimensionen (Länge und Breite) der Anker und Platten in den verschiedenen Körperteilen gehen aus folgender Tabelle hervor, in welcher die obere Reihe (I) die Durchschnittsdimensionen aus einer grossen Anzahl gemessener Exemplare angiebt, während die zweite Reihe (II) ein grosses, die dritte (III) ein kleines Exemplar betrifft.

	Vorderende		Körpermitte		Hinterende	
	Anker	Platte	Anker	Platte	Anker	Platte
I	185×105 μ	160×113 μ	237×117 μ	198×131 μ	247×116 μ	197×133 μ
II	193×109 μ	167×113 μ	250×120 μ	201×132 μ	269×122 μ	210×141 μ
III	162× 95 μ	145×109 μ	228×111 μ	192×131 μ	219×100 μ	181×122 μ

Beim grossen Exemplar (II) ist der kleinste gemessene Anker 180 μ, der grösste 300 μ lang, bei dem kleinen Exemplare (III) der kleinste gemessene Anker 160 μ, der grösste 270 μ. Bei einzelnen Exemplaren verlängern sich die Anker abnorm, ohne dass ihre Breite oder die Dimensionen der Platten entsprechend zunehmen — das Verhältnis zwischen der Breite des Ankers und der Platte verändert sich nicht wesentlich. Bei einem solchen Exemplar haben die Anker folgende Durchschnittsgrösse : im Vorderende des Körpers 232×120 μ, in der Mitte des Körpers 278×134 μ, im Hinterende 310×128 μ.

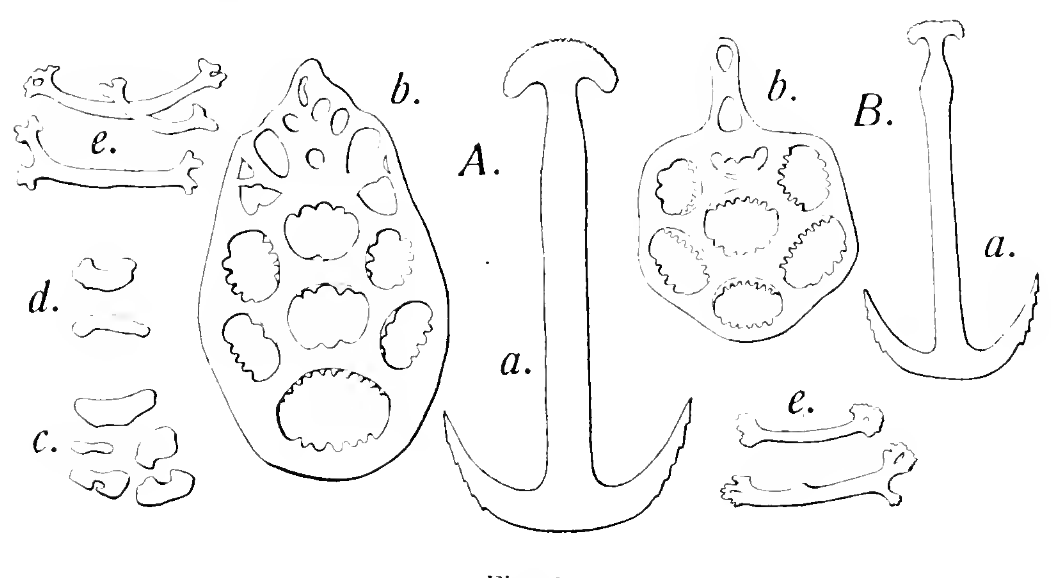


Fig. 2.

Fig. 2. — *A : Synapta inhaerens.* — *B : Labidoplax media.* — *a*, Anker. — *b*, Ankerplatte. — *c*, Kalkkörper der Längsmuskeln. — *d*, Kalkkörper aus den unteren Teilen der Fühlerstamme. — *e*, Stützstabe der Fühlerfinger. × 205.

Obige Beschreibung stützt sich auf Untersuchungen von Exemplaren von der Westküste Skandinaviens zwischen Bohuslän im Süden und den Lofoten im Norden. Die oben angegebenen Schwankungen in den Fühlern treten auch bei Exemplaren von ein und derselben Lokalität, z. B. in meinem grossen Material von Moldöen (61° 57' N.), das meiner Untersuchung hauptsächlich zu Grunde lag, auf. Als weiteres Beispiel von der Variabilität dieser Art sei erwähnt, dass ich ein Individ mit umgekehrter Lage der Eingeweide gefunden

habe, was, soweit mir bekannt, vorher bei keiner Seewalze, vielleicht überhaupt bei keiner Echinoderme beobachtet worden ist. Bei dem betreffenden Exemplar geht der Darm von dem medianen dorsalen Interradius durch den rechten dorsalen und den rechten ventralen in den linken ventralen Interradius über. Die Wimperorgane bilden einen breiten Streifen in dem rechten dorsalen und einen schmaleren (ausser in dem medianen dorsalen) in dem linken ventralen Interradius. Der Steinkanal ist an der rechten Seite des Mesenteriums befestigt.

Die skandinavische Form von *S. inhaerens* muss, wie gesagt, als die typische betrachtet werden, und man darf keineswegs alle Formen aus anderen Gegenden, die in der Litteratur unter demselben Namen gehen, mit der echten *S. inhaerens* identificieren. Schon im Mittelmeere weist *S. inhaerens* kleinere Abweichungen auf. Die Fingerzahl der Fühler ist geringer, als bei den meisten skandinavischen Exemplaren; die Anker und die Platten sind kleiner, die Ankerarme mehr ausgesperrt, so dass sie einen grösseren Winkel mit einander bilden; die Wimperorgane scheinen im rechten ventralen Interradius vollständig zu fehlen und sind auch im medianen dorsalen sehr spärlich, so dass sie sich beinahe auf den linken dorsalen Interradius beschränken. Der Darm bildet beim Übergehen vom medianen dorsalen Interradius in den rechten ventralen deutlicher, als ich es jemals bei der skandinavischen Form gesehen habe, eine schwache S-förmige Biegung — ein letzter Rest eines aufsteigenden Darmschenkels. Möglicherweise giebt es indessen Zwischenformen, die die südeuropäische *S. inhaerens* mit der nordeuropäischen verbinden. Anfänglich hatte ich die Absicht, mir das nötige Material zur Lösung dieser Frage zu verschaffen, nachdem aber Ludwig (1898) eine Revision der Synaptiden des Mittelmeeres in Aussicht gestellt hat, habe ich mich entschlossen, mich vorläufig auf die nordeuropäischen zu beschränken. So viel steht jedenfalls fest, dass die mir vorliegende Form vom Mittelmeere sich in mehreren Beziehungen von meinen skandinavischen Exemplaren von *S. inhaerens* unterscheidet, und meiner Meinung nach müsste sie deshalb, selbst wenn es sich zeigen sollte, dass die westeuropäischen Formen eine Zwischenstellung einnehmen, als eine besondere Rasse oder als eine geographische Unterart von *S. inhaerens* betrachtet werden. Die Mittelmeerform hat in der That schon einmal, obschon ohne näheren Vergleich mit der skandina-

vischen Form, einen besonderen Namen (*Chiridota pinnata* Grube) erhalten.

H. L. CLARK hat kürzlich (**1899**) in einer Revision von « The Synaptas of the New England Coast » gezeigt, dass *S. roseola* Verrill eine von den anderen Formen der Gattung gut unterschiedene Art ist. Dagegen betrachtet er, gleich THÉEL, BELL und LUDWIG, *S. girardii* Pourt. (=*S. tenuis* Ayres, *nec* Quoy et Gaimard) als mit *S. inhaerens* (O. F. Müll.) identisch. Hierin kann ich ihm jedoch nicht folgen. Zu bemerken ist hierbei, dass CLARK von europäischen Synapten nur Exemplare von Neapel gehabt hat. In der Anzahl der Fühlerfinger, der Grösse der Anker und der Platten, sowie auch inbetreff der Wimperorgane ist diese amerikanische Form der mittelmeerischen in der That sehr ähnlich. Bei meinen Exemplaren dieser beiden Formen sind ausserdem die Geschlechtsschläuche kurz, ungefähr wie bei *S. bergensis* (vergl. oben), dies mag aber darauf beruhen, dass sie nicht in der Fortpflanzungszeit eingesammelt worden sind. Die amerikanische Form unterscheidet sich jedoch in mehreren Punkten von allen bekannten europäischen Formen von *S. inhaerens*. Diese haben im Leben eine ausgeprägte rote Farbe; auch bei konservierten Exemplaren lässt sich die Farbe oft noch nach mehrjähriger Verwahrung in Alkohol wenigstens spurenweise nachweisen. Die amerikanische Form dagegen entbehrt nach CLARK beinahe vollständig des roten Pigmentes. Ferner sind bei dieser Form die Stützstäbe der Fühler kurz, im unteren Teile des Fühlers etwa 40 μ, an dessen Spitze gewöhnlich 50-60 μ lang, ausserdem, wie auch aus CLARK's Angaben hervorgeht, einfach, nicht, wie bei *S. inhaerens*, an den Enden gespalten oder verästelt. Schliesslich bieten auch die Anker und Platten verschiedene Abweichungen in ihren Proportionen dar. Vor allem ist der Anker verhältnismässig breit, ungefähr wie bei *S. bergensis*, und, wie bei dieser Art, durchschnittlich breiter als die dazugehörige Platte[1].

[1] Bei *S. inhaerens* fand ich, dass die Breite der Platte durchschnittlich ungefähr 110 % des Ankers, bei *S. girardii* (sowie bei *S. bergensis*) dagegen nur 85-90 % sei. CLARK hat seine Aufmerksamkeit hauptsächlich auf die Länge der Anker und der Platten gerichtet (**1899**, S. 23, 26, 27). Nur in einem Falle (in der oberen Tabelle S. 23) giebt er auch die Breite an. Aus diesen Zahlen lässt sich berechnen, dass die Breite der Platten bei seinen Exemplaren von Neapel 120,4 % der Breite der Anker, bei seinen Exemplaren von Massachusetts (*S. girardii*) dagegen 101 % gewesen sei. Also besteht auch nach diesen Angaben ein Unterschied von etwa 20 %, aber im übrigen weichen, wie wir sehen, die Zahlen wesentlich von meinen ab. Er giebt indessen nicht an, ob er gerade die zu den gemessenen Ankern gehörenden Platten gemessen hat, und ebenso wenig (in dieser Tabelle), welchem Körperteile die betreffenden Kalkkörper angehören. Sollten sich seine Zahlen indessen auf Kalkkörper von der Mitte des Körpers beziehen, oder die

Eine eingehendere Beschreibung würde mich zu weit führen. Aber schon das hier gesagte dürfte meine Ansicht, dass die amerikanische *S. girardii* nicht mit der europäischen *S. inhaerens* identificiert werden darf, hinreichend motivieren. Möglicherweise könnte sie als eine geographische Unterart von dieser bezeichnet werden, richtiger erscheint es mir jedoch, sie als eine selbständige Art anzusehen, besonders da sie auch in geographischer Beziehung so vollständig isoliert ist. In der That ist es ja eine allgemeine Erfahrung sowohl bei Seewalzen wie bei anderen Tieren, dass Arten, die das arktische Gebiet gar nicht betreten und in keiner Entwickelungsstufe die Reise über den Ocean machen können, den Küsten von Europa und Amerika nicht gemeinsam sind. Allein die tiergeographischen Verhältnisse bleiben leider allzu oft unbeachtet, so auch wenn man z. B. angiebt, dass *S. inhaerens* an der Westküste Amerikas und im Roten Meere vorkomme. Solche Angaben glaube ich, wenigstens so lange keine nähere Beschreibung der vermeintlichen *S. inhaerens* existiert, nicht diskutieren zu brauchen. Nach dem, was wir bis jetzt wissen, müssen wir annehmen, dass *S. inhaerens* auf den östlichen Teil des Nordatlantischen Meeres beschränkt ist, wo sie obendrein in verschiedene Formen zu zerfallen scheint, deren gegenseitige Stellung noch eine nähere Prüfung erfordert.

Da ich hier eine grössere Anzahl Formen der Gattung *Synapta* behandelt habe, will ich zu dem von mir früher (1898) über diese Gattung angeführten einige Zusätze machen. Ich muss da zuerst bemerken, dass *S. pourtalesii* Sel. vielleicht aus dem Verzeichnis über die zu meiner Gattung *Synapta* gehörigen Arten zu streichen ist. Diese Art ist ungenügend bekannt, und es erscheint mir jetzt wenigstens ebenso wahrscheinlich, dass sie zur Gattung *Chondrocloea* gehören könne (möglicherweise identisch mit *C. vivipara* Örst.).

S. macrankyra war mir auch im Jahre 1898 genügend bekannt, ich wollte diese Art jedoch nicht von den übrigen ausscheiden. Sie weicht zwar in der Gattung *Synapta* durch die Beschaffenheit ihrer

Durchschnitte der Dimensionen der Kalkkörper in verschiedenen Körperteilen bilden, so muss die Verschiedenheit in unseren Angaben zweifellos auf einer verschiedenen Methode des Messens beruhen. Da ich auch von der amerikanischen Form mehrere (6) Exemplare von verschiedenen Lokalitäten untersucht habe, wage ich anzunehmen, dass es sich, ebenso wie bei den europäischen Formen, auch hier zeigen wird, dass die individuellen Variationen nicht die Anwendung dieses Unterschiedes für die Artsbegrenzung verhindern.

Ankerplatten sehr stark, ja beinahe stärker als *Chondroclaea beselii* in ihrer Gattung, ab, aber ich kannte schon da *S. bergensis*, die, was die Kalkkörper betrifft, den Übergang zwischen *S. macrankyra* und *S. inhaerens* vermittelt. Dagegen lässt sich die Gattung *Synapta* jetzt nach der Beschaffenheit des Darmes in zwei Abteilungen, die eine die Arten *S. inhaerens*, *decaria*, *girardii* und *roseola*, die andere *S. galliennii*, *macrankyra*, *bergensis* und *acanthia* umfassend, einteilen. Man könnte das Aufstellen dieser Abteilungen als Untergattungen in Frage setzen können. Es ist jedoch, abgesehen davon, dass wir den Darmverlauf bei *S. acanthia* noch nicht genügend kennen, keineswegs unwahrscheinlich, dass noch unbekannte oder ungenügend bekannte Arten eine vermittelnde Stellung einnehmen. Die Abteilungen, in die ich (1898) meine Gattungen *Euapta*, *Chondroclaea* und *Labidoplax* eingeteilt habe, erzeigen sich nunmehr weniger scharf geschieden; betreffs der Gattung *Labidoplax* werde ich dies schon hier unten nachweisen. Meines Dafürhaltens wäre es deshalb, wenigstens so lange die Anzahl der Arten nicht eine weitere Teilung der Gattungen erforderlich macht, unrichtig, diese Abteilungen als Untergattungen aufzustellen.

Die von mir (1898) gegebene Beschreibung der Gattung *Synapta* muss nun einige kleinere Modifikationen erleiden. Die Fingerzahl der Fühler kann bei *S. decaria* und (nach CLARK, 1899) *S. roseola* auf 3 oder, jedoch nur an einzelnen Fühlern, sogar auf 2 jederseits sinken. Hierdurch nähert sich diese Gattung *Labidoplax* und *Protankyra* — dass diese 3 Gattungen einander nahe stehen, sowie dass anderseits die ausschliesslich tropischen Gattungen *Euapta* und *Chondroclaea* sich eng an einander schliessen, habe ich übrigens schon früher (1898, S. 120) erwähnt. Da (nach CLARK, 1899*a*, S. 127) die Anzahl Poli'scher Blasen bei *S. acanthia* auf 5 (davon jedoch 3 verkümmert) steigen kann, so hat dies eine äusserst unwesentliche Modifikation in der Diagnose der Gattung zur Folge[1]. Das haupt-

[1] Dagegen bedingt, im Gegensatz zu dem, was CLARK (S. 129) sagt, das Vorkommen zweier verschiedener Sorten Anker gar keine Änderung meiner Gattungsdiagnose. Ich habe nirgends angegeben, dass alle Anker gleich gross sein müssten. Im Gegenteil habe ich in einer anderen Gattung (*Protankyra*) eine Anzahl Arten vereint, von denen einige 2 Arten Anker, andere dagegen nicht haben, gerade weil ich gefunden habe, dass das Ziehen einer scharfen Grenze eine Unmöglichkeit sei — bei einigen Arten findet man 2 Hauptarten Anker, aber ausserdem mehr oder weniger zahlreiche Zwischenformen. Im Übrigen scheint mir diese Abweichung, wie auch die zuweilen vorkommende, in verschiedenen Fällen verschieden stark ausgeprägte Asymmetrie bei den Ankern, von viel zu geringer systematischer Bedeutung zu sein, um als Begrenzung von Gattungen oder selbst von Untergattungen dienen zu können. Abweichungen in diesen Beziehungen scheinen sich nicht mit bestimmten anderen Charakteren combinieren zu lassen.

sächliche dieser Diagnose bleibt noch bestehen. Wie ich in meiner ersten Mitteilung über das System der Synaptiden (1898, S. 111) angab, bildete der Bau des Gelenkendes der Ankerplatte bei meiner Teilung der alten Gattung *Synapta* den Ausgangspunkt. Neben den von hier gewonnenen Charakteren sind die, die die Anker darbieten, die wichtigsten; was die Kalkkörper betrifft, so lassen sich jedoch auch die Stützstäbe der Fühler und die « Hirsekörper » der Haut in mehreren Fällen in der Gattungsdiagnose ganz gut anwenden, was ich bei einer anderen Gelegenheit zeigen werde. Von der übrigen Anatomie scheint die An- oder Abwesenheit des Knorpelringes und der Rückziehmuskeln von verhältnismässig grosser Bedeutung zu sein. Dagegen scheint die Anzahl der Fühler, Fühlerfinger und Poli'schen Blasen bei den Synaptiden im grossen Ganzen von ziemlich geringer systematischer Bedeutung zu sein. Es zeigt sich indessen, dass das auf der Grundlage des Baues des Hautskelettes aufgeführte System durch den übrigen Körperbau bekräftigt wird, indem man die Gattung beinahe immer auch ohne Untersuchung der Kalkkörper bestimmen kann.

4. *Labidoplax buskii* (M'Intosh).

Da ich im folgenden eine neue, *L. buskii* nahe verwandte Art beschreibe, muss ich mich auch bei dieser Form, die ziemlich unvollständig beschrieben ist, und noch 1898 von einem Forscher als von *Synapta inhaerens* ungenügend geschieden bezeichnet wurde, etwas aufhalten.

L. buskii ist die kleinste aller bekannten Ankertragenden Synaptiden, gewöhnlich 1,5-3 Cm. lang, 1-3 Mm. dick, mit dünner, ungefärbter, glasklarer Haut; der vordere Teil des Körpers ist jedoch im Leben, infolge der Farbe der durch die Haut sichtbaren Geschlechtsorgane, gelblich. Fühler 11 (selten 10) mit einem langen, unpaarigen terminalen Finger und einem kleineren an jeder Seite desselben[1]. An der Innenseite jedes Fühlerstammes eine einzige, sehr kleine, zuweilen an einzelnen Fühlern fehlende Sinnesknospe. Ein Steinkanal; eine Poli'sche Blase. Die Radialstücke des Kalkringes

[1] Mehr als einen Finger an jeder Seite habe ich niemals wahrgenommen, dagegen können zuweilen an einem einzelnen Fühler die Nebenfinger ganz verkümmern. Alle 3 Finger zeigen, in kontrahiertem Zustande, von Einschnürungen getrennte ringförmige Verdickungen, aber diese Ringe dürfen keineswegs als verkümmerte Finger angesehen werden (kontrahierte Finger anderer Arten (z. B. *Synapta inhaerens*) sind auf dieselbe Weise geringelt.

für den Radialnerv durchlöchert. Der Darm ohne Muskelmagen, bildet in der Mitte des Körpers 3 nebeneinander liegende Schenkel, deren mittlerer durch ein Quergefäss mit dem ersten verbunden ist. Wimperorgane scheinen sowohl den Mesenterien, wie der Körperwand vollständig zu fehlen[1]. Die Geschlechtsorgane jederseits des Mesenteriums aus einem vollständig unverzweigten Schlauch bestehend, der, wenigstens im Sommer, etwa 1/3 der Körperlänge und eine Dicke von 1 Mm. erreicht. — Die Längsmuskeln vollständig ohne Kalkkörper. Die Stützstäbe der Fühler 50-70 μ lang, an den Enden schwach verästelt. Die Anker klein, in der Mitte des Körpers bei verschiedenen Individen durchschnittlich (110-) 120-170 μ lang; die Ankerarme ziemlich kurz, mit gewöhnlich je 3-5 kleinen Widerhäkchen; die Mitte des Bogens glatt. Die Breite der Anker durchschnittlich ungefähr gleich der halben Länge. Die Länge der Ankerplatten durchschnittlich etwa 9/10 von der der Anker, ihre Breite durchschnittlich ungefähr 3/4 ihrer eigenen Länge und immer bedeutend grösser als die Breite der dazu gehörigen Anker. Das Gelenkende der Platte, wie gewohnlich bei der Gattung *Labidoplax* (vergl. meine Mitteilung **1898**, S. 115), in einen schmalen Griff umgebildet, der bei dieser Art ungefähr 1/3- 2/5 der ganzen Länge der Platte ausmacht und in der Regel von 2, selten 1 oder 3 kleinen Löchern durchbohrt ist. Das freie Ende der Platte mit einem bezahnten Centralloch, das von einem regelmässigen Kreis von (beinahe immer) 6 anderen bezahnten Löchern umgeben ist, von denen das an das Gelenkende grenzende kleiner und zuweilen in zwei geteilt ist. Missbildungen von Ankern und Platten ziemlich selten. Die Dimensionen der Anker und Platten in verschiedenen Korperteilen bei einem 3 Cm. langen Exemplar aus dem Trondhjemfjord sind durchschnittlich folgende :

VORDERENDE		MITTE DES KÖRPERS		HINTERENDE	
ANKER	PLATTE	ANKER	PLATTE	ANKER	PLATTE
157×82,5μ	143,5×103μ	167×84,5μ	151,5×113μ	172,5×82μ	148,5×105μ

Der grösste gemessene Anker ist bei diesem Exemplare 200μ lang, der kleinste 125μ. In der Regel sind die Dimensionen der Kalkkörper bedeutend geringer, besonders, wie ich auch früher (**1902**) erwähnt habe, bei Exemplaren aus dem Skagerrack und Kattegat, wo die

[1] Dasselbe gilt, wie ich an anderer Stelle nachweisen werde, von verschiedenen anderen Synaptiden. Die Angabe über das Vorkommen von Wimperorganen muss deshalb aus der Diagnose der Synaptiden gestrichen werden.

Anker gewöhnlich nur 80-140μ lang sind. Die Platten weisen, wie gewöhnlich, nur kleinere Abweichungen auf, als die Anker, weshalb sie bei solchen Exemplaren oft ungefähr dieselbe Länge erreichen wie diese.

Obige Beschreibung stützt sich auf ein grosses Material skandinavischer Exemplare. Exemplare von Gross-Britannien habe ich nicht gesehen.

5. *Labidoplax media n. sp.*

Fig. II, B.

Von dieser Art liegen mir nur zwei Exemplare, beide aus der Gegend von Bergen, vor. Das eine gehört dem Museum zu Bergen, das andere dem Museum der Kopenhagener Universität. Leider sind sie alle beide unvollständig, denn sie bestehen nur aus den Vorderenden, aber da die Art in systematischer Beziehung von bedeutendem Interesse ist, will ich sie schon jetzt beschreiben.

L. media dürfte etwas grösser als *L. buskii* werden. Wenn die Proportionen dieselben wie bei dieser Art sind, so scheinen die vorliegenden Vorderenden von 4-5 Cm. langen Tieren herzurühren. Die Haut dünn, durchsichtig: Farbe im Leben unbekannt. Fühler 12, von denen jeder an der Spitze 2 Paar Fingerchen, alle 4 von derselben Länge, trägt; kein terminaler Finger, oder höchstens (an einem einzigen Fühler beider Tiere) ein verkümmertes Rudiment eines solchen. An der Innenseite des Fühlerstammes 1-5 ganz kleine Sinnesknospen. Ein Steinkanal; eine Poli'sche Blase. Die Radialstücke des Kalkringes für den Radialnerv durchlöchert. Der Darm ohne Muskelmagen, wahrscheinlich in der Mitte des Körpers 3 nebeneinander liegende Schenkel bildend (wie bei *L. buskii* und *Synapta bergensis* findet sich im linken dorsalen Interradius eine beinahe bis zum Vorderende reichende fadenförmige Fortsetzung eines Mesenteriums). Dem Vorderteil des Körpers fehlen Wimperorgane, sie könnten jedoch möglicherweise weiter hinten vorhanden sein. Geschlechtschläuche reich verästelt; sie bilden einen (bei meinen Exemplaren kurzen 3-4 Mm. langen) Büschel an jeder Seite des Mesenteriums. Die Längsmuskeln ohne Kalkkörper. Die Stützstäbe der Fühler 70-100μ lang, etwas schwächer verästelt als bei *L. buskii*. Anker und Platten sowohl in Grösse wie in Form beinahe vollständig wie bei *L. buskii* (s. oben), jedoch von etwas schlankerem Bau; die Anker zeichnen sich ausserdem durch eine deutliche Anschwel-

lung des Schaftes in der Nähe der Handhabe aus — bei *L. buskii* findet man höchstens eine schwache Andeutung davon. Die Anker und Platten (d. h. die des Vorderkörpers) haben folgende durchschnittliche Dimensionen : Bei dem einen Exemplar die Anker 155×84μ, die Platten 125×95μ; bei dem anderen die Anker 135×74μ, die Platten 123×99μ.

L. media ist, wie gesagt, bisher nur aus der Gegend von Bergen bekannt. Betreffs des einen Exemplares teilt der Sammler (Dr. A. Appellöf) mit, dass es in Muschelsand, in einer Tiefe von 45 M. gelebt habe.

Durch die Fühler und durch die sogar auffallend stark verästelten Geschlechtsorgane unterscheidet sich diese Art offenbar scharf von *L. buskii* und nähert sich *L. digitata* (Mont.) und den übrigen Arten der Gattung. Infolge der beinahe vollständigen Übereinstimmung der Kalkkörper muss sie indessen zweifellos zu der Abteilung der Gattung *Labidoplax* hingeführt werden, die *L. buskii* früher allein vertrat (vergl. meine Mitteilung 1898). Aber hiernach unterscheiden sich beide Sektionen der Gattung nur durch den Bau der Ankerplatten, und auch dieser Unterschied ist in systematischer Hinsicht kaum von grosserer Bedeutung.

6. *Myriotrochus théeli, n. sp.*

Auf der von G. Kolthoff geleiteten Schwedischen Zoologischen Polarexpedition vom Jahre 1900 hatte ich Gelegenheit, 5 Exemplare einer interessanten Synaptide einzusammeln, die ich zur Gattung *Myriotrochus* hinführen will, obschon sie von der bisher für diese Gattung geltenden Diagnose stark abweicht. Bei der Beschreibung muss ich mich, infolge des weniger guten Zustandes des Materiales, hauptsächlich an die Fühler und Kalkkörper halten.

M. théeli ist auch im Leben unpigmentiert, weiss, halb durchsichtig. Meine Exemplare sind alle geborsten und stark kontrahiert, die vollständigen in diesem Zustande nur 12-15 Mm. lang, 3-3,5 Mm. dick; unbeschädigt und ausgestreckt dürften sie 2-3 Cm. lang, etwa 4 Mm. dick gewesen sein. Fühler 10 mit 4-5 Fingern an jeder Seite; kein terminaler Finger. Ein Steinkanal; 1 Poli'sche Blase. Der Darm, wie bei *M. rinkii* (vergl. Théel, 1877, S. 10), drei nebeneinander liegende Schenkel bildend. Wimperorgane habe ist nicht entdecken können, und es erscheint mir überhaupt zweifelhaft, ob bei den

Arten der Unterfamilie *Myriotrochinae* wirkliche Wimperorgane existieren. Auf beiden Seiten des Mesenteriums ein Geschlechtsschlauch mit ungefähr 5 kurzen, dicken Ästen; getrenntgeschlechtlich. — Die Kalkrädchen sind gleichmässig über den ganzen Körper verteilt, äusserst zahlreich, und liegen in mehreren Schichten in der Körperwand; im Diameter schwanken die Rädchen zwischen 130 u. 225μ, mit einer Durchschnittsgrösse von, bei verschiedenen Individen, 170-190μ. Die Speichen der Rädchen 12-15, mit flügelförmig verbreiterten Seitenrändern; der Radumfang auf der äusseren (der Oberhaut zugewendeten) Seite des Rädchens mit grossen, centripetal gerichteten Zähnen, in einer Anzahl von 24-30, beinahe stets doppelt so viel wie die Speichen desselben Rädchens. Die Fühler ohne Kalkgebilde.

Das Material wurde nordwestlich von Jan Mayen (72° 42' N., 14° 49' W.) aus einer Tiefe von ungefähr 2000 M. erbeutet. Diese Art ist deshalb, gleich *Acanthotrochus mirabilis* Dan. & Kor., aber im Gegensatz zu den vorher bekannten *Myriotrochus*-Arten ein ausgeprägtes Tiefseetier.

Ist es nun aber richtig, ein solches Tier zu der Gattung *Myriotrochus* hinzuführen? Laut den bisher gegebenen Gattungsdiagnosen sollte die Art gar nicht zu dieser Gattung kommen können, dagegen ohne Schwierigkeit ein Mitglied der Gattung *Trochoderma* Théel werden. Théel lässt (1877) den Unterschied zwischen *Myriotrochus* und *Trochoderma* darin liegen, dass die erstere Gattung 12 Fühler und spärlich zerstreute, in einer einzigen Schicht liegende Rädchen, die letztere 10 Fühler und zahlreiche, in mehreren Schichten über einander liegende Rädchen habe. Später (1886) macht er die Änderung, dass auch die Form der Rädchen in den Gattungsdiagnosen angegeben wird. Ihm schliesst sich Ludwig (1889-1892, S. 360) in dieser Hinsicht an, lässt aber den Radumfang bei beiden diesen Gattungen von gleichem Bau sein. Bezüglich der Rädchen lässt Ludwig den ganzen Unterschied darin liegen, dass *Myriotrochus* 15-24, *Trochoderma* dagegen 10-16 Speichen habe. Auch betreffs der Rädchen würde meine Art also mit *Trochoderma* übereinstimmen, falls Ludwig's Angaben richtig wären. Allein dies ist hier nicht der Fall. Der Radumfang hat bei *Trochoderma* keine « grösseren centripetal gerichteten Zähne », nur kleine Zäpfchen oder Dornen, und diese sind nach allen anderen Richtungen hin gerichtet, nur nicht centripetal! (vergl. Théel's Beschreibung und Figuren). Der

Unterschied im Bau des Radumfanges ist sehr gross, und in dieser Beziehung ist *M. théeli* den übrigen *Myriotrochus*-Arten ganz gleich. Betreffs der Anzahl der Speichen besteht dagegen zwischen den Gattungen *Myriotrochus* und *Trochoderma* kein Unterschied, da bei *M. vitreus* (Sars) die Rädchen nur 10-16 Speichen haben, und auch bei *M. rinkii* Steenstr. die Anzahl auf 12 sinken kann (vergl. meine Mitteilung **1902**, S. 15, 19).

Es scheint mir klar, dass die Anzahl der Rädchen nicht den Gattungsdiagnosen zu Grunde gelegt werden kann; sonst müsste man mit Sars auch *M. vitreus* eine eigene Gattung bilden lassen. In der Form der Fühler, wie in der der Rädchen, schliesst sich meine neue Art an die übrigen *Myriotrochus*-Arten an, unterscheidet sich aber bedeutend von *Trochoderma* (vergl. Théel, **1877**). Wie wir auch hier oben gefunden haben, ist die Fühleranzahl bei den Synaptiden von geringem systematischem Werte. Dass dies auch für die Unterfamilie *Myriotrochinae* gilt, beweist noch eine mir vorliegende Art aus Korea, die 10 Fühler hat, sich aber in Bezug auf Form, Anzahl und Verteilung der Rädchen, sowie auch in Bezug auf die Form der Fühler so vollständig an *Myriotrochus rinkii* anschliesst, dass gar nicht die Rede davon sein kann, sie zur Gattung *Trochoderma* hinzuführen.

Indessen lässt sich nicht bestreiten, dass sich *Myriotrochus théeli* den Gattungen *Trochoderma* und *Acanthotrochus* nähert — der letzteren vor allem durch die breit geflügelten Speichen der Rädchen (auch bei *M. rinkii* sind die Seitenränder der Speichen geflügelt, aber ganz schmal). Nach der Entdeckung dieser Art ist es in der That wesentlich nur der Bau des Radumfanges, der die drei Gattungen der Unterfamilie *Myriotrochinae* charakterisiert. Aber die Abweichungen, die die Rädchen bei *Trochoderma* und *Acanthotrochus* kennzeichnen, scheinen mir noch immer genügend, um die Beibehaltung dieser Gattungen zu rechtfertigen.

Zum Schluss muss ich in grösster Kürze die Frage berühren, ob die 4 oben als neu beschriebenen Arten nicht möglicherweise schon früher andere, gültige Namen besitzen könnten. *Myriotrochus théeli* kann ich hierbei übergehen. Dagegen wäre es ja sehr leicht denkbar, dass *Synapta bergensis*, *S. decaria* oder *Labidoplax media* von früheren Verfassern beschrieben und später mit Unrecht aus der Reihe der selbständigen Arten gestrichen worden seien. Solche

Irrtümer sind, wie bekannt, nur allzu gewöhnlich. So sind, um jetzt nur Beispiele von den nordatlantischen Synaptiden zu nehmen, *Synapta girardii*, *S. roseola*, *S. galliennii*, *Labidoplax* (*S.*) *thomsonii*, *Myriotrochus vitreus* alle insgesamt ausgestrichen gewesen. Ich will deshalb eine Übersicht der Speciesnamen, die den *Synapta*- und *Labidoplax*-Arten aus den europäischen Meeren erteilt worden sind, geben.

Ich muss da zuerst bemerken, dass O. F. Müller's *Holothuria inhaerens* unzweifelhaft mit meiner *S. inhaerens*, nicht mit der in derselben Gegend lebenden *S. bergensis* identisch ist, denn Müller[1] schreibt, dass unter den Fingern der Fühler « die an der Spitze der Fühlarme länger sind », und bildet die Fühler mit 6 bis 7 Fingern an jeder Seite des terminalen ab. *Chiridota pinnata* Grube ist, wie es scheint aus genügenden Gründen, mit der Mittelmeerform von *S. inhaerens* identificiert worden. *Ch. chiaii* Grube ist zweifellos entweder mit *Labidoplax digitata* oder *L. thomsonii*, also in keinem Falle mit meinen Arten, identisch. *Synapta duvernaea* Quatrefages schliesst sich in allen den Punkten, die diese von *S. bergensis* unterscheidet, an *S. inhaerens* an. Sie kann also nicht mit *S. bergensis* identisch sein, aber auch von *S. inhaerens* scheint sie in einigen Beziehungen abzuweichen. Eine eingehende Untersuchung wird vielleicht *S. inhaerens* in eine Anzahl nahestehender Formen zerfallen lassen, worunter auch *S. duvernæa* Platz finden könnte. *Holothuria* (*Minyas?*) *flava* Rathke von Christiansund in Norwegen ist das in Grösse und Form einer Erbse kontrahierte Vorderende einer ankertragenden Synaptide, von der wir, da sich nicht einmal die Fühleranzahl sicher feststellen liess, nicht mehr wissen, als dass sie von einer « dunkel ockergelben » Farbe mit ziemlich dicht gestellten « schwach bräunlichen Wärzchen » war. Durch Grösse und Farbe ist *Synapta decaria*, an welche man sonst denken könnte, da die Fühleranzahl « sich auf 10 zu belaufen schien », ausgeschlossen. Da *S. inhaerens* an stark kontrahierten Partien die von Rathke angegebene Farbe aufweist, ausserdem zuweilen nur 10 Fühler hat (wenn man auf Rathke's unsichere Angabe Rücksicht nehmen will), so ercheint es mir wahrscheinlich, dass seine Art nichts anderes als *S. inhaerens* ist. Wenn auch *S. bergensis* und *Labidoplax media*

[1] Die nur in dieser Übersicht genannten Verfasser führe ich in meinem Litteraturverzeichnis nicht an. Betreffs ihrer verweise ich auf Théel (**1886**), Bell (**1892**) und Ludwig (**1889-92, 1900**).

nicht mit voller Sicherheit auszuschliessen sind, wäre es offenbar unrichtig, unter diesen Umständen für eine von ihnen den Namen *S. flava* anzuwenden. Die Namen *Synapta hensloviana* Gray und *S. tenera* Norman sind als « *nomina nuda* » ungültig, der letztere (vielleicht auch der erstere) ist übrigens synonym mit dem jüngeren, aber von einer Beschreibung begleiteten Namen *Synapta buskii* M' Int. (= *Labidoplax buskii* hier oben). Der Name *Synapta bifaria* Semp. gilt für eine von HERAPATH (1865, S. 6) erwähnte Form aus der Gegend von Belfast, die innerhalb der gewöhnlichen Fühler einen inneren Kreis von vollständig einfachen Fühlern haben soll. Betreffs des übrigen Baues ist keine wichtigere Abweichung von *S. inhaerens* angegeben. Ich habe bei dieser Art mehrmals beobachtet, dass sich auf der Mundhaut, wenn sie stark hervorgepresst ist, Falten oder Wulste in gleicher Anzahl wie die Fühler bilden; diese Erhebungen ähneln in der That ungefähr einfache, an die Mundhaut gedrückte Fühler. Vielleicht hat HERAPATH nur derartige Bildungen gesehen. Ein zweiter, innerer Fühlerkreis erscheint mir allzu unwahrscheinlich. Da sich HERAPATH's Meinung über seine beiden Arten *S. galliennii* und *S. thomsonii* indessen als richtig erwiesen hat, dürfte auch *S. bifaria* eine Untersuchung verdienen. Augenblicklich lässt sie sich mit keiner anderen Art identificieren. *S. hispida* Heller soll nach LUDWIG (1898) mit *Labidoplax* (*Synapta*) *thomsonii* (Herapath) identisch sein. Die Richtigkeit dieser Ansicht scheint mir zwar noch ziemlich zweifelhaft [1], in jedem Falle hat aber *S. hispida* gar keine Ähnlichkeit mit meinen Arten von den Küsten Skandinaviens. Andere Namen, die möglicherweise diesen Arten angehören könnten, kenne ich nicht.

[1] HELLER sagt, dass die Ankerplatten dieser Art « die stielförmige Verlängerung » entbehren; auch seine Figur zeigt keine Spur eines Griffes. Nun ist der Griff der Platten bei *Labidoplax thomsonii* allerdings kürzer, als bei *L. digitata*, jedoch, wenigstens bei meinen Exemplaren, auch im Hinterende des Körpers vollständig deutlich (nur an den dicht am Fühlerkranz liegenden, auch sonst höchst eigentümlichen Platten ist der Griff verkümmert). Ferner teilt Heller mit, dass seine Art « graulich schwarz, weiss gefleckt » sei, wodurch sie von allen bisher bekannten europäischen Synaptiden abzuweichen scheint. Da das Exemplar, stark kontrahiert (« stark gerunzelt ») 4 Cm. mass, kann es schwerlich nur eine abweichende Jugendstufe repräsentieren. Sollte es sich nicht um eine Art meiner Gattung *Protankyra* handeln können, von der wir schon von dem atlantischen Meeresgebiete her die beiden, übrigens vielleicht mit einander identischen Arten *P. brychia* (Verr.) und *P. abyssicola* (Théel) kennen?

LITTERATUR.

1892. BELL (F. J.). Catalogue of the British Echinoderms in the British Museum (London, 8°).

1899. CLARK (H. L.). The Synaptas of the New England Coast (*Bull. U. S. Fish Comm.*, 1899, p. 21-31).

1899 *a*. CLARK (H. L.). Further notes on the Echinoderms of Bermuda (*Ann. New-York Acad. Sc.*, vol. XII, p. 117-138).

1865. HERAPATH (W. B.). On the Genus *Synapta* with some new British Species (*Quart. Journ. Microsc. Sc.*, New Ser., vol. V, p. 1-7).

1868. LANKESTER (E. RAY). Note on the *Synaptæ* of Guernsey and Herm, and a New Parasitic Rotifer (*Quart. Journ. Microsc. Sc.*, New Ser., vol. VIII, p. 53-55).

1889-1892. LUDWIG (H.). Die Seewalzen (*Bronn, Klassen und Ordn. des Tier-Reichs*, Bd II, Abt. III : I. Leipzig. 8°).

1898. LUDWIG (H.). Einige Bemerkungen über die Mittelmeerischen *Synapta*-Arten (*Zool. Anzeiger*, Bd XXI, p. 1-9).

1900. LUDWIG (H.). Arktische und subarktische Holothurien (*Fauna Arctica*, Bd I, p. 133-178. Jena. 4°).

1898. ÖSTERGREN (Hj.). Das System der Synaptiden, vorläufige Mitteilung (*Öfvers. Vetensk.-Akad. Förhandl. Stockholm.* LV, p. 111-120).

1902. ÖSTERGREN (Hj.). The *Holothurioidea* of Northern Norway (*Bergens Mus. Aarbog.* 1902, n° 9, p. 1-34).

1877. THÉEL (Hj.). Note sur quelques Holothuries des mers de la Nouvelle Zemble (*Nova Acta Reg. Soc. Scient. Upsal.*, Vol. extra ord. editum. Upsala 1877, 4°).

1886. THÉEL (Hj.). Report on the *Holothurioidea*, Part II (*Rep. Scient. Res. of the Voyage of H. M. S. Challenger.* Zoology, vol XIV. London. 4°).

XVIII

NOUVELLES EXPÉRIENCES DE PARTHÉNOGÉNÈSE EXPÉRIMENTALE

par YVES DELAGE

Professeur à la Faculté des Sciences de Paris

Malgré les nombreux et intéressants travaux qui ont été publiés sur la parthénogénèse expérimentale, il faut reconnaître que le mode d'action des agents parthénogénisants reste inconnu.

C'est en variant et multipliant les expériences qu'on pourra peut-être arriver à résoudre le problème.

Les expériences dont il sera question dans ce travail ont été entreprises pour ce but. Elles sont encore bien trop peu nombreuses et trop peu concluantes pour fournir la solution. Mais elles donnent quelques indications dont il sera peut-être possible de tirer parti.

Je note expressément que ces expériences n'ont porté que sur l'*Asterias* et que je ne crois pas qu'on ne puisse en étendre les conclusions aux autres animaux. On serait obligé à moins de réserve s'il s'agissait du *Strongylocentrotus* ou de quelque autre oursin. Mais les *Asterias* ont, dans cet ordre de questions, une place tout-à-fait à part, par le fait que leurs œufs n'accomplissent leur maturation spécifique qu'après la sortie de l'ovaire et qu'on peut appliquer les agents parthénogénisants pendant que cette maturation s'accomplit, c'est-à-dire à un moment où l'œuf n'est pas encore tombé dans cet état de passivité profonde où il arrive après l'émission des globules polaires et dont il est si difficile de le faire sortir par des moyens artificiels.

Il faut remarquer, en outre, qu'il manque bien peu de choses aux œufs des *Asterias* pour être normalement parthénogénétiques, car, chez presque tous les individus, un petit nombre d'œufs commencent à se segmenter sans intervention d'aucun agent artificiel[1], et, chez quelques individus, la proportion des œufs qui se segmentent ainsi naturellement, après un temps plus ou moins long, est assez considérable. Mais en aucun cas cette segmentation n'aboutit à la formation de blastules nageantes, et c'est là ce qui constitue avec la parthénogénèse expérimentale une différence caractéristique.

* * *

Un premier fait à noter est qu'il n'est nullement nécessaire d'élever la pression osmotique du liquide pour obtenir la parthénogénèse.

J'ai déjà fait remarquer (en 1902) que l'eau de mer chargée de CO^2 donnait des résultats aussi bons, sinon meilleurs, si on l'additionne d'une quantité d'eau distillée égale sinon supérieure à celle

[1] Je me refuse à considérer l'agitation avec une pipette ou par le transvasement comme un agent artificiel, car les œufs subissent, par les vagues, une agitation tout aussi grande dans les conditions naturelles; et si des œufs agités de cette façon sont capables de se développer parthénogénétiquement, on peut dire qu'ils sont naturellement parthénogénétiques.

qui est nécessaire pour compenser l'augmentation de pression osmotique due à CO^2.

Dans les expériences actuelles, j'ai obtenu une confirmation de ce fait.

Avec le chlorure et le nitrate de manganèse, j'ai obtenu des résultats aussi bons sinon meilleurs avec une concentration totale de 0,460 qu'avec une concentration égale à celle de l'eau de mer qui est de 0,520; et, avec une concentration de 0,600 les résultats ont été constamment plus mauvais.

Il en a été de même avec un mélange des mêmes sels de manganèse et de phosphates alcalins.

D'autre part, j'ai essayé de constituer un liquide artificiel contenant, outre les sels de l'eau de mer, le plus grand nombre possible de sels voisins de ces derniers (chlorures, bromures, sulfates, azotates alcalins et alcalino-terreux, sels de manganèse, phosphates alcalins, acides chlorhydrique, azotique, sulfurique, phosphorique, etc.) de manière à obtenir une concentration égale à celle de l'eau de mer au moyen de concentrations partielles toutes individuellement très faibles, afin que l'ionisation fût maxima et que l'on eût une pression osmotique aussi grande possible avec un poids minimum de substances salines. Le résultat a été nul. Aucune segmentation ne s'est produite.

Je compte reprendre cette expérience en variant la nature et les proportions des électrolytes de manière à éliminer ceux qui pourraient être nocifs bien qu'appartenant aux mêmes familles que ceux qui forment l'eau de mer normale.

* * *

Un résultat bien digne de remarque est celui-ci : J'ai obtenu des segmentations nombreuses et des éclosions de blastules au moyen d'une solution de chlorure de manganèse, dans l'eau distillée, d'une concentration égale à celle de l'eau de mer.

Ainsi, ces œufs ont évolué jusqu'à la blastule nageante dans un liquide *ne contenant pas trace d'eau de mer et formé d'un seul sel dont il n'y a pas trace*[1] *dans l'eau de mer!!*

Des solutions formées de KCl ou de NaCl ou d'un mélange de

[1] Il y a trace de tout dans l'eau de mer, mais le manganèse, si tant est qu'on en puisse trouver, ne s'y trouve qu'en quantité infinitésimale, ce qui n'a rien de commun avec la solution plus que demi-normale que j'ai employée : 0,520, c'est-à-dire contenant 103 grammes de sel par litre de solution.

NaCl et de KCl dans les mêmes proportions que dans l'eau de mer, faites dans l'eau distillée, à la concentration de l'eau de mer, sans addition d'eau de mer ne m'ont donné que de rares segmentations très imparfaites, dont aucune n'a été viable et n'a abouti à des blastules nageantes.

Il en a été de même pour des solutions contenant en outre SO^4Mg, dans la même proportion que dans l'eau de mer.

Au contraire, si dans ces solutions j'introduisais quelque peu de $MnCl^2$, en place d'une partie des sels normaux, le résultat s'améliorait, sans devenir aussi bon que celui fourni par la solution pure de $MnCl^2$.

Il faut bien noter qu'en valeur absolue, le résultat fourni par ladite solution pure de $Mn Cl^2$ a été fort médiocre. Presque tous les œufs se sont segmentés, la plupart assez mal; que quelques centièmes seulement ont évolué jusqu'à la blastule nageante et toutes ces blastules sont bientôt mortes. Aussi je ne propose nullement la solution pure de $MnCl^2$ comme un procédé de choix destiné à remplacer celui à l'acide carbonique [1].

Mais, au point de vue théorique et comparatif, le fait signalé me paraît avoir une signification importante.

Au point de vue pratique, on peut en tirer ceci, que le chlorure de manganèse a une action spécifique remarquable comme agent de parthénogénèse et qu'il serait peut-être possible d'en tirer bon parti en le mélangeant en proportion convenable aux autres agents.

J'ai constaté déjà que l'addition de $MnCl^2$, à la concentration de 0,030, dans l'eau de mer chargée de CO^2 améliorait quelque peu l'efficacité de ce réactif.

Mes expériences n'ont pas été assez nombreuses pour me permettre de fixer la dose optima de ce sel.

*
* *

Un autre réactif, dont l'action spécifique m'a paru très remar-

[1] Je profite de cette occasion pour répondre à une remarque publiée par LOEB (J.) dans son récent travail : 8. *On fertilisation, artificial parthenogenesis, and Cytolysis of the sea urchin egg* (Univ. of California public., Physiol., vol. 2, n° 8, p. 73-81, 2 fev. 1905), où, parlant de l'action de CO^2, l'auteur dit : « I wish to affirm, in opposition to Delage, that every suitable organic or inorganic acid has this action, and that the action of carbonic acid observed by him is only a special case of the generel acide action. » Je ne puis m'empêcher de croire que c'est là une opinion théorique. Si Lœb avait comparé expérmentalement CO^2 avec les autres acides, comme je l'ai fait et constaté une différence d'efficacité allant au centuple et au-delà, il ne se croirait pas, sans doute, autorisé à affirmer que l'acide carbonique n'agit que d'une manière banale, par sa seule acidité et de la même façon que tout autre acide.

quable, est le phosphate de soude monobasique PO^4H^2Na, ainsi que le sel potassique correspondant.

Je n'ai pas essayé la solution pure. Mais, la solution du mélange des deux sels, à une concentration totale de 0,270, additionnée d'eau de mer à la concentration de 0,355 de manière à fournir une concentration totale de 0,625 m'a fourni de nombreuses segmentations dont beaucoup ont donné des blastules nageantes.

L'addition des phosphates alcalins à l'eau de mer chargée de CO^2 n'a pas sensiblement amélioré le réactif, mais des expériences plus nombreuses pourraient révéler un optimum efficace.

* * *

J'ai cherché à tirer parti du pouvoir dissolvant de CO^2 à l'égard CO^3Ca pour introduire ce dernier sel en proportion notable dans la solution carbonique.

Pour cela, je triture un morceau de craie dans de l'eau de mer et, après avoir décanté, je me sers du liquide trouble en guise d'eau de mer pure pour le charger de CO^2 et le faire agir sur les œufs.

Ce liquide semble plus efficace que celui préparé à l'eau de mer pure, mais la différence ne m'a pas paru assez grande pour avoir une sérieuse importance.

Par contre, ce réactif s'est montré doué d'une propriété curieuse et inattendue. Il provoque la soudure des larves.

Parmi les blastules très nombreuses, très belles et très vives, obtenues par ce réactif, un dizième environ étaient des monstres formés par la soudure de deux, trois et jusqu'à quatre individus. La soudure a lieu en général par un des pôles de la blastule, et les individus forment une chaîne toujours fortement courbe.

Ces individus ont été mis en observation et je ferai connaître quelle aura été leur évolution. Je ne serais pas étonné que la fusion devînt complète et aboutit a une larve unique géante.

Au moment où je corrige ces épreuves, je constate que ma prévision se réalise. Les ectodermes des larves se fusionnent en une vésicule unique assez bien arrondie dans laquelle on compte autant d'invaginations gastriques qu'il y avait d'individus soudés. Mais ces larves géantes polygastriques semblent dépérir.

XIX

BIBLIOTHÈQUE DU LABORATOIRE ARAGO [1]

MÉMOIRES ET VOLUMES ISOLÉS

L (*Suite*)

LEYDIG (F.). — Ueber einen *Argulus* der Umgebung von Tübingen, Berlin, 1871.

LEYDIG (F.). — Beiträge und Bemerkungen zur Württembergischen Fauna mit theilweisem Hinblick auf andere deutsche Gegenden, Stuttgart, 1871.

LICHTENSTEIN (J.). — Les Pucerons. Monographie des Aphidiens (*Aphididae Passerini, Phytophtires* Burmeister), Paris, 1885.

LICHTENSTEIN (J.). — Monographie des Pucerons du Peuplier, Montpellier, 1886.

LICHTENSTEIN (J.). — Les Cynipides. 1re partie. La génération alternante chez les Cynipides, Paris, 1881.

LIÉOUX (P. de SÈDE de). — Recherches sur la ligne latérale des Poissons osseux, Paris, 1884.

LILLJEBORG (W.). — Cladocera Sueciæ, Upsal, 1900.

LINDAHL (J.). — Om Pennatulid slägtet *Umbellula* Cuv, Stockholm, 1874.

LINDSTRÖM (G.). — Contributions to the actinology of the Atlantic Ocean, Stockholm, 1877.

LINNÉ (C.), — Philosophia botanica, Berlin, 1790.

LINNÉ (C.). — Systema naturæ per regna tria naturæ, curia J. F. Gmelin, XIIIe édit., 10 vol. in-8, Lyon, 1789-1796.

LISTER (M.). — Historiæ animalium Angliæ tres tractatus, Londres, 1678.

LISTER (M.). — Exercitatio anatomica, in qua de cochleis, maxime terrestribus et limacibus, agitur, London, 1694.

LJUNGMANN (A.). — Ophiuroidea viventia huc usque cognita, Stockholm, 1866.

LOCARD (A.). — Les coquilles marines des côtes de France, Paris, 1892.

LOISEL (G.). — Formation et évolution des éléments du tissu élastique, Paris, 1896.

LOHMANN (H.). — Das Gehäuse der Appendicularien, sein Bau, seine Funktion und seine Entstehung, Kiel, 1899.

LOHMANN (H.). — Untersuchungen über den Auftrieb der Strasse von Messina mit besonderer Berücksichtigung der Appendicularien und Challengerien, Berlin, 1899.

[1] Voir NOTES ET REVUE, [3] Tome IX, nos 2, 3, 4, 5. [3] Tome X, nos 2, 3, 6, 7. [4] Tome I, nos 1, 2, 5, 8, 9. [4] Tome II, nos 2, 4, 7, 8, 11. [4] Tome III, nos 1, 2, 4 et 5.

Loman (J.-C.-C.). — Freies Jod als Drüsensecret, Amsterdam, 1886.
Loman (J.-C.-C.). — Ueber die morphologische Bedeutung der sogenannten Malpighischen Gefässe der echten Spinnen, 1887.
Loman (J.-C.-C.). — Ueber den Bau von *Bipalium*, Stimpson nebst Beschreibung neuer Arten aus dem indischen Archipel, Amsterdam, 1887.
Loman (J.-C.-C.). — Ueber neue Landplanarien von den Sunda-Inseln, Leyde, 1890.
Loman (J.-C.-C.). — Opilioniden von Sumatra, Java und Flores, Leyde, 1892.
Loman (J.-C.-C.). — On some Landplanarians of the genus *Bipalium* from the Leyden Museum of natural history, Leiden, 1895.
López Sloane (V.). Examen critico de las Perdices de Europa particularmente de las de España, La Corogne, 1891.
Lortet (L.). — Poissons et Reptiles du lac de Tibériade, Lyon, 1883.
Lortet (L.). — Observations sur les Tortues terrestres et paludines du bassin de la Méditerranée, Lyon, 1886.
Lortet et Vialleton. — Étude sur le *Bilharzia hæmatobia* et la Bilharziose, Paris, 1894.
Loven (S.). — Ueber die Entwickelung von *Chiton*, Stockholm, 1856.
Lovén (S.). — Om *Leskia mirabilis* Gray, Stockholm, 1867.
Lovén (S.). — Om en märklig i Nordsjön lefvande art af Spongia, Stockholm, 1868.
Lovén (S.). — Om Echinoideernas byggnad, Stockholm, 1871.
Lovén (S.). — On *Pourtalesia* a genus of Echinoidea, Stockholm, 1883.
Lovén (S.). — On the species of Echinoidea describeb by Linnœus in his work Museum Ludovicæ Ulricæ, Stockholm, 1887.
Lovén (S.). — Echinologica, Stockholm, 1892.
Lubbock (J.). — On the senses, instincts, and intelligence of Animals with special reference to Insects, London, 1889.
Luca (S. de) et P. Panceri. — Ricerche sulla saliva e sugli organi salivari del *Dolium galea* e di altri Molluschi, Naples, 1867.
Lucas (H.). — Essai sur les animaux articulés qui habitent l'île de Crète, Paris, 1883.
Lütken (C.). — Om Vestindiens Pentacriner, Copenhague, 1864.
Lütken (C.). — Kritiske Bemærkninger om forskjellige Söstjerner (Asterider), med Beskrivelse af nogle nye Arter, Copenhague, 1864.
Lütken (C.). — Additamenta ad historiam Ophiuridarum. Beskrivende of kritiske Bidrag til Kundskab om Slangestjernerne, Kjobenhavn, 1869.

Paru le 30 Juin 1905.

Les directeurs :
G. Pruvot et E.-G. Racovitza.

Eug. Morieu, Imp.-Grav., 140, Boul. Raspail Paris (6e) Telephone 704-75

ARCHIVES

DE

ZOOLOGIE EXPÉRIMENTALE ET GÉNÉRALE

FONDÉES PAR

H. DE LACAZE-DUTHIERS

PUBLIÉES SOUS LA DIRECTION DE

G. PRUVOT
Chargé de Cours à la Sorbonne
Directeur du Laboratoire Arago

ET

E. G. RACOVITZA
Docteur ès sciences
Sous-Directeur du Laboratoire Arago

4e Série T. III. NOTES ET REVUE 1905. N° 8.

XX

ÉTUDE SUR LES *DENDROCERATIDA*

par E. Topsent

Maître de Conférences à la Faculté des Sciences de Caen.

On admet généralement, avec Lendenfeld (1889), deux sections inégales parmi les Éponges cornées. L'une, de beaucoup la plus vaste, dont Lendenfeld a fait l'ordre des *Monoceratina* ou mieux, comme le veulent Delage et Hérouard (1899), des *Monoceratida*, se relie naturellement aux *Monaxonida*. L'autre, établie avec un nombre de représentants restreint, n'a pas d'affinités connues.

Frappé du beau développement des corbeilles vibratiles des types qu'il y introduisait et de la présence de spicules cornés à trois axes chez certains d'entre eux, Lendenfeld a jugé que les affinités de cette deuxième section devaient être avec les *Hexactinellida*. Le nom qu'il lui a choisi d'ordre des *Hexaceratina* (ou *Hexaceratida*) rappelle précisément cette parenté supposée.

Minchin a critiqué (1900, p. 153) un tel rapprochement, objectant qu'on n'a pas comparé l'origine et le mode de formation des spicules de part et d'autre et que le fait pour les Éponges en question

de posséder des corbeilles en dé à coudre ne saurait péremptoirement établir leurs affinités avec les Hexactinellides. Pour MINCHIN, les Éponges cornées, les *Keratosa*, se divisent en deux ordres, les *Dictyoceratina* (*Monoceratina* Lend.) ayant pour squelette des fibres anastomosées en un réseau et les *Dendroceratina* (*Hexaceratina* Lend. *pars*) dont les fibres, dendritiques, s'élèvent d'une plaque commune de spongine et ne s'anastomosent pas.

Il est de fait que plus nos connaissances augmentent et sur les Hexactinellides et sur ce petit groupe d'Éponges cornées, moins l'opinion de LENDENFELD reste soutenable. Plus grandes, il est vrai, que celles de la plupart des *Keratosa* et plongées dans un choanosome plus lâche, les corbeilles des *Aplysilla*, *Darwinella*, *Ianthella*, etc., n'offrent quand même qu'une ressemblance vague avec celles des Hexactinellides. Surtout, elles ne se disposent nullement comme elles en une couche unique, mais se répartissent, au contraire, capricieusement dans toute l'épaisseur du corps. La structure des soi-disant Hexacératides contraste d'ailleurs sur d'autres points d'importance capitale avec celle des Hexactinellides; c'est ainsi qu'au lieu d'un système confus de trabécules, de vrais canaux aquifères se percent chez elles et se délimitent par un épithélium plat. Quant aux spicules cornés, parmi leurs formes diverses, l'hexactine et la stauractine, caractéristiques des Hexactinellides, n'ont aucune prépondérance. Le type le plus commun de spicules est certainement la triactine. Souvent elle existe seule; ou bien elle s'accompagne de tétractines; ou encore elle fait défaut et les spicules présents possèdent de 4 à 9 actines sans que l'hexactine prédomine sur la pentactine ou l'heptactine. Il semble dès lors que les spicules des Éponges cornées n'aient pas plus de rapport avec ceux des Hexactinellides que ceux des *Calcarea*. Enfin, la charpente des *Darwinella*, *Dendrilla*, *Ianthella*, etc., n'offre aucune régularité et ne rappelle en rien celle des Hexactinellides.

En conséquence, il me paraît préférable de substituer, pour la seconde section des Éponges cornées, au nom erroné de *Hexaceratida* celui de *Dendroceratida* qui contient simplement une allusion à une disposition des fibres, dont nous allons trouver des exemples dans toutes les familles de cet ordre de Spongiaires.

L'ordre des *Hexaceratina*, au sens de LENDENFELD, comprenait trois familles :

1° Famille des *Darwinellidae*, avec le seul genre *Darwinella*;

2° Famille des *Aplysillidae*, avec les genres *Aplysilla*, *Dendrilla*, *Ianthella*;

3° Famille des *Halisarcidae*, avec les genres *Halisarca* et *Bajulus*.

La famille des *Halisarcidae* est, selon moi, à écarter de l'ordre des *Dendroceratida*, les seules Dendrocératides sans squelette que l'on connaisse étant, d'après leur structure comme d'après leur aspect même, les *Hexadella* Tops. (1896, p. 119). Quant aux familles des *Darwinellidae* et des *Aplysillidae*, il est impossible de les maintenir telles quelles, les *Aplysilla* et *Dendrilla* s'alliant certainement aux *Darwinella* plus intimement qu'aux *Ianthella*.

En tenant compte à la fois de toutes les rectifications nécessaires et d'un certain nombre d'additions dues à des découvertes récentes, je donne à l'ordre des *Dendroceratida* la composition suivante :

1° Famille des *Darwinellidae* Merejk. Genres *Hexadella* Tops., *Aplysilla* F.-E. S., *Darwinella* Müll., *Dendrilla* Lend., *Megalopastas* Dend.;

2° Famille des *Pleraplysillidae* n. fam. Genres *Igernella* n. g., *Pleraplysilla* n. g.;

3° Famille des *Ianthellidae* Hyatt. Genres *Ianthella* Gray, *Haddonella* I. Soll.

Pour permettre d'apprécier pertinemment le classement proposé, je vais entrer dans le détail des considérations sur lesquelles il est fondé.

I. Famille des *DARWINELLIDAE* Merejkowsky.

Merejkowsky a établi (1878, p. 44) la famille des *Darwinellidae* pour les genres *Darwinella* F. Müller et *Simplicella* Merejk. (ce dernier, synonyme de *Aplysilla* F.-E. Schulze).

Depuis, on en a fait beaucoup varier la compréhension.

Poléjaeff (1884, p. 22) y introduisit les genres *Dendrilla* Lendenfeld et *Ianthella* Gray.

Vosmaer (1887, p. 368) manifesta sa répugnance à y maintenir le genre *Ianthella*.

Lendenfeld (1889), la restreignant aux Éponges pourvues de spicules cornés, la réduisit, comme nous l'avons vu, au seul genre *Darwinella*.

Delage et Hérouard (1899, p. 141) l'ont prise au sens de Lendenfeld. Toutefois, au genre *Darwinella* ils ont pensé devoir ajouter le genre *Korotnewia* Poléjaeff.

Enfin, MINCHIN (1900), abandonnant à tort le nom de *Darwinellidae* pour celui de *Aplysillidae* Vosmaer, réunit dans l'unique famille de son ordre des *Dendroceratina* les genres *Aplysilla*, *Darwinella*, *Ianthella* et *Dendrilla*.

Les *Darwinella* et les *Aplysilla* ont exactement même structure et mêmes fibres; elles ne se distinguent entre elles que par la présence ou l'absence de spicules cornés et ce caractère ne peut réellement pas suffire, tant la ressemblance est frappante par ailleurs, à les faire placer dans deux familles différentes. De son côté, le genre *Dendrilla* s'allie si bien au genre *Aplysilla* que personne n'a songé à l'en séparer. Enfin, pour les raisons que j'ai développées ailleurs (1896), les *Hexadella Racovitzai* et *H. Pruvoti* peuvent être considérées comme des *Aplysilla* dépourvues de squelette.

Pour les *Ianthella*, leurs fibres à couches corticales celluleuses empêchent de les inscrire à la suite des genres précédents. C'était l'avis de VOSMAER. C'est aussi celui de DELAGE et HÉROUARD, aux yeux de qui les particularités de ces fibres justifieraient la création d'une famille des *Ianthellidae*. Cette famille avait, du reste, été admise déjà par HYATT en 1875. Nous la maintiendrons en lui donnant un second représentant, le genre *Haddonella* récemment décrit par Mlle Igerna SOLLAS.

Reste le genre *Korotnewia*. Malgré la structure celluleuse de ses fibres, susceptible d'éveiller l'idée d'un rapprochement entre les *Ianthella* et lui, je ne crois pas son maintien possible dans les *Darwinellidae* ni même dans l'ordre des *Dendroceratida*, en raison de la forme, de la taille et de la distribution des corbeilles vibratiles du type, *K. desiderata* (1889, pl. I, fig. 3*b*). Je ne sais si sa place ne serait pas à côté du genre *Psammaphysilla* Keller (1889), qui ne semble point être non plus une Dendrocératide.

DENDY (1905, p. 204) vient de créer un genre *Megalopastas* qui, s'il appartient bien à la famille des *Darwinellidae*, prend place à la suite du genre *Dendrilla* et le prive même de l'une de ses espèces (*D. elegans*).

Je n'ai rien à ajouter pour le moment à ce que l'on connaît des *Hexadella*, *Aplysilla*, *Dendrilla* et *Megalopastas*. Mais je me trouve à même d'enrichir notablement le genre *Darwinella*.

Dans sa Monographie des Éponges cornées, LENDENFELD ne lui attribuait que deux espèces, *D. aurea* (Müller) et *D. australiensis* Carter. Toutes réserves faites au sujet de celles qu'un nombre insuf-

lisant de spécimens laisse douteuses, j'en compte actuellement neuf, dont je vais rappeler ou décrire les caractères.

1. *Darwinella Mulleri* (Max Schultze) Müller.

C'est Fritz Müller qui a découvert cette Éponge, mais avant qu'il l'eût publiée, Max Schultze la présenta, en 1865, à une société d'histoire naturelle, en fit ressortir l'intérêt et proposa de la nommer *Darwinia mülleri* (1865). La même année, Müller, faisant allusion à la communication imprimée de Schultze, fit remarquer que le nom de *Darwinia* avait déjà été employé et le changea en celui de *Darwinella*. Il ne conserva pas non plus le nom spécifique choisi et le remplaça par celui de *aurea*. Quelles qu'en soient les raisons, cette dernière substitution est, d'après la loi de priorité, inacceptable et l'on doit appeler définitivement l'Éponge *Darwinella Mülleri*, comme je l'ai fait depuis longtemps (1889, p. 46).

La couleur du type de *D. Mülleri* est jaune d'or. Ses fibres, dendritiques, sont longues de 4 millimètres, épaisses de 60 à 160 μ. Ses spicules, confinés pour la plupart dans la profondeur du corps, sont soit libres, soit attachés aux fibres par des liens de spongine mais ne se relient que rarement entre eux. Ils ont des actines généralement droites, graduellement effilées en une pointe aiguë. Le nombre des actines varie de 3 à 8 et leur longueur est comprise entre 0mm1 et 1 millimètre. Les heptactines et les octactines sont rares; les autres formes se montrent plus ou moins fréquentes suivants les points examinés. Aux figures d'ensemble dessinées par F. Müller on se rend compte que les spicules de grande taille prédominent.

Habitat. — Desterro (Brésil).

2. *Darwinella corneostellata* (Carter).

Elle a été décrite par Carter, en 1872, sous le nom d'*Aplysina corneostellata*. Lendenfeld, voyant à ses spicules qu'il s'agissait d'une *Darwinella*, l'a confondue avec l'espèce précédente quoiqu'elle en différât à la fois par la forme et par la disposition de ses spicules.

De couleur violet rosé ou chair dans l'alcool, elle doit être jaune à l'état de vie, les Darwinelles jaunes, de même que l'*Aplysilla sulfurea*, virant ainsi au rouge plus ou moins vif dans l'alcool,

tandis que, semblables en cela à *Aplysilla rosea*, les Darwinelles rouges s'y décolorent.

Les spicules, distribués par tout le corps jusqu'à la surface qu'ils soulèvent fréquemment en conules, seraient, d'après la description, de taille assez uniforme : ils ont de 5 à 7 actines [1] et mesurent $1^{mm}62$ de diamètre, soit environ $0^{mm}8$ de longueur d'actine. Il n'est pas fait mention de ces triactines ni de ces tétractines qui abondent chez *D. Mülleri*. Un caractère spécifique important de *D. corneostellata* réside dans l'union, au moyen de liens de spongine, de tous les spicules entre eux et avec les fibres squelettiques.

HABITAT. — Baie de Vigo (N. W. de l'Espagne).

3. *Darwinella australiensis* Carter.

Placée dès sa publication (1885) dans le genre *Darwinella*, cette espèce est, au contraire des précédentes, rouge (« venetian red ») à l'état de vie.

Ses spicules demeurent tous indépendants. Une complication assez exceptionnelle les élève à peine au rang de tétractines; une réduction au moins aussi rare les rabaisse à celui de diactines. Dans la proportion de 97 0/0 (d'après LENDENFELD), ce sont des triactines régulières à actines raides et placées dans un seul plan. Leur taille est encore élevée, probablement assez constante dans un même spécimen, car il n'est pas signalé de petits spicules. Les mesures des actines sont de $1^{mm}17$ sur 55 µ à la base, d'après CARTER, et de $0^{mm}7$ à $0^{mm}9$ sur 35 à 45 µ, d'après LENDENFELD, soit seulement un léger écart dépendant peut-être de variations individuelles.

L'Éponge affecte une tendance à devenir massive. Carter cite un spécimen qui atteignait 5 centimètres dans toutes les dimensions.

HABITAT. — Port Phillip Heads (Australie méridionale), profondeur 19 brasses (34 mètres).

4. *Darwinella simplex* Topsent.

Il se pourrait que cette espèce, qui date de 1892, se confondît avec *D. australiensis*. Dès le début (1892), j'ai reconnu combien elle lui ressemble. Or, des raisons que j'invoquais pour l'en séparer, plusieurs me paraissent aujourd'hui futiles. La forme encroûtante des spécimens observés à Banyuls manque peut-être de fixité,

[1] Carter a dit 5 ou 6, mais il a figuré aussi une heptactine.

même dans cette localité, et puis elle convient sans doute à un moment donné aux spécimens d'Australie; elle suffit, en tout cas, à expliquer de la part des premiers la simplicité et la minceur relative de leurs fibres. Les dimensions des spicules, 1mm1 à 1mm25 sur 45 à 50 µ, concordent avec celles que Carter a données pour *D. australiensis*. Il n'y a plus qu'un caractère qui mérite d'être retenu jusqu'à plus ample informé : je n'ai trouvé parmi ses triactines ni diactines ni tétractines même rudimentaires. Comme chez *D. australiensis*, les triactines se montrent de taille assez constante dans un même individu; de loin en loin seulement il s'en rencontre une qui paraisse sensiblement plus petite que les autres.

Cette uniformité des spicules s'est retrouvée dans une Darwinelle rouge de Ceylan que DENDY (**1905**, p. 204) rapporte à *D. simplex* et qui n'en diffère, en effet, que par la taille un peu plus faible de ses triactines.

HABITAT. — Cap l'Abeille (près de Banyuls), par 25-30 mètres de profondeur. — Ceylan.

5. *Darwinella intermedia* Topsent.

Je l'ai nommée *intermedia* (**1893**) parce que, jaune comme *Darwinella Mülleri*, elle ne possède, comme *D. simplex*, pour spicules que des triactines libres.

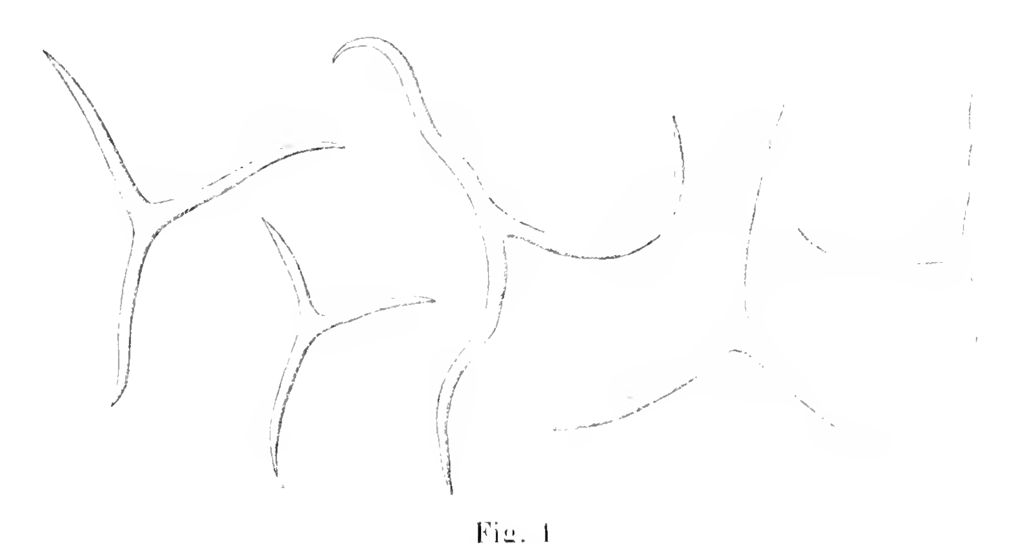


Fig. 1

Fig. 1. — Spicules de *Darwinella intermedia*. × 180.

Ces triactines sont, d'ailleurs, loin de ressembler à celles de *D. simplex*; elles n'ont ni la même forme ni les mêmes dimensions, leurs actines, beaucoup plus courtes, flexueuses et toutes pointues.

mesurant 100 à 150 μ de longueur seulement sur 12 à 13 μ d'épaisseur à la base.

C'est à la fin du dernier séjour que j'ai fait au laboratoire de Banyuls que j'ai découvert cette Darwinelle. Sa ressemblance avec *Aplysilla sulfurea* m'avait sans doute empêché de la remarquer plus tôt. Peut-être n'est-elle pas rare sur les conglomérats à Mélobésiées où je l'ai trouvée.

Habitat. — Cap l'Abeille (près de Banyuls), par 25 à 30 mètres de profondeur.

6. *Darwinella dalmatica n. sp.*

Poléjaeff (1884) dit avoir reçu en communication de F.-E. Schulze des spécimens d'une Éponge de Lesina (Dalmatie) qui ne diffère pas, même à titre d'espèce, de la *Darwinelle* de Müller. Aucun détail ne corrobore cette affirmation.

Elle est pourtant contestable car Lendenfeld a donné (1894) la description de Darwinelles encroûtantes jaunes de la même localité, les rapportant, lui aussi, à *Darwinella aurea* Müller ou plus exactement à *D. Mülleri* M. Sch. Or, coloration à part, celles-ci ne ressemblent nullement à l'Éponge de Desterro.

Elles ne possèdent pas de triactines (ou si elles en possèdent ce doit être à titre d'exception, Lendenfeld n'en faisant point mention) et leurs polyactines (tétra-hexactines) s'écartent absolument de celles de *D. Mülleri* tant par leur forme que par leurs dimensions. D'une part, en effet, leurs actines sont onduleuses et non raides, courtes et grosses et non longues et déliées, épaissies au bout et non pas pointues; d'autre part, elles mesurent seulement 0mm08 à 0mm2 de longueur, tout en ayant 0mm05 d'épaisseur à la base[1]. D'aussi petits spicules n'ont été observés que chez *Darwinella intermedia*, sans confusion possible avec ceux-ci, puisque c'était exclusivement des triactines à actines beaucoup plus grêles et pointues.

Avec une spiculation si particulière, connue d'après plusieurs spécimens, la *Darwinelle* de Lesina mérite d'être considérée comme une espèce à part.

[1] Cette épaisseur des actines paraît hors de proportion avec leur longueur. Les dessins de Lendenfeld ne s'accordent pas avec les mesures qu'il donne. Cependant il ne doit pas avoir été commis d'erreur d'impression de 0mm05 pour 0mm005, car, d'après les détails concernant leur structure, les actines peuvent déjà mesurer 7 μ d'épaisseur de paroi, soit 14 μ de diamètre sans compter la moëlle centrale.

Ainsi, sous le nom impropre de *Darwinella aurea*, LENDENFELD me paraît avoir confondu trois choses distinctes : *Darwinella mülleri* (M. Sch.), *D. corneostellata* (Cart.) et cette nouvelle espèce, que je propose d'appeler *Darwinella dalmatica*.

HABITAT. — Lesina (Adriatique).

7. *Darwinella duplex n. sp.*

J'appelle ainsi une *Darwinelle* dont le yacht *Princesse-Alice* a recueilli un spécimen aux Açores en 1897. L'alcool a fini par lui ôter une teinte rosée qui lui resta longtemps d'une coloration sans doute plus foncée à l'état de vie.

Sa couleur et ses grandes triactines à actines fines et droites disposées dans un même plan me l'ont fait confondre avec *D. simplex* (**1904**, p. 55). Mais je crois que dans l'état de nos connaissances il serait préférable de l'en séparer.

Ses spicules, en effet, notablement plus abondants, se montrent de deux sortes et très inégaux. Ce sont pour la plupart, des triactines régulières, les unes grandes, mesurant 1mm2 et 1mm4 sur 30 à 40 μ; les autres, en majorité, assez petites, mesurant 220 à 450 μ sur 7 à 10; d'autres, enfin, peu nombreuses, servant d'intermédiaires entre les catégories précédentes et variant entre 600 μ ou moins encore et 700 μ ou davantage sur 15 à 20 μ. Il existe aussi quelques tétractines parmi les spicules de taille assez faible.

Ses tétractines rapprochent *D. duplex* plus encore de *D. australiensis* que de *D. simplex*, mais l'inégalité remarquable de ses spicules l'en écarte aussi. D'autres spécimens montreront ce que vaut ce caractère et si les trois Darwinelles précitées passent ou non de l'une à l'autre.

HABITAT. — Banc de la Princesse-Alice (Açores); profondeur 200 mètres.

8. *Darwinella Gardineri n. sp.*

J'ai découvert cette espèce dans la collection de Spongiaires rapportés des îles Maldives par M. J. Stanley Gardiner, à qui je me fais un plaisir de la dédier.

Assez mince, peu étendue, avec ses conules écartés les uns des autres, pointus et souples, l'Éponge se montre, en somme, tout à fait semblable d'aspect aux *Aplysilla* et à ses congénères encroûtants. Elle a conservé dans l'alcool une teinte rosée qui permet de

supposer que, vivante, elle devait ressembler surtout à *Darwinella simplex*. Sa chair, molle, malgré l'abondance des spicules, est pleine de ces grandes corbeilles vibratiles qui caractérisent le mieux les *Dendroceratida*. Ses fibres, isolées, flexueuses, un peu noueuses, à peine ramifiées, atteignent au plus 2 millimètres de longueur et mesurent 0mm12 à 0mm14 d'épaisseur au-dessus de la base; comme d'habitude, elles se composent d'une écorce à strates longitudinales parallèles et d'une moëlle où s'emboîtent des étuis à sommet convexe marqués de points clairs semblables à des ponctuations. C'est uniquement la forme des spicules qui, chez *Darwinella Gardineri*, sort de l'ordinaire. Au lieu des triactines ou des polyactines observées jusqu'à présent, on ne rencontre ici que des diactines. Longues, fines et souples, légèrement arquées, avec des extrémités très pointues, elle mesurent pour la plupart 1mm6 à 2 millimètres de longueur sur 0mm02 d'épaisseur au centre; pour quelques-unes, toutefois, la taille se réduit de moitié. Si ces diactines dérivent de triactines par reduction, elles ont subi cette simplification d'une manière si complete que rien en elles ne décèle plus leur origine. Non seulement il ne s'en rencontre point avec quelque ébauche d'une troisième actine, mais, même, on n'observe pas parmi elles de formes imparfaites, témoins d'une aptitude encore mal assurée. Leur axe est occupé par une ligne plus claire qui nulle part ne s'élargit ni ne se divise, de sorte qu'on ne leur distingue pas de centrum. Quelques-unes peuvent présenter de légers renflements, à peine perceptibles, mais il ne faut voir en cela que de simples inégalités d'épaisseur qui se produisent capricieusement en un point quelconque ou en des points divers de leur étendue.

Habitat. — Océan Indien, archipel des Maldives (Atoll Fadifolu); profondeur 40 mètres (22 brasses); fond d'Algues, sable et Polypiers.

9. *Darwinella Warreni n. sp.*

Le type de cette espèce se trouvait parmi des Éponges variées que M. le docteur Warren a recueillies sur la côte du Natal et envoyées à M. le professeur E.-A. Minchin. J'en dois la connaissance à mon distingué collègue qui s'en est libéralement dessaisi en ma faveur, me laissant le soin de la décrire.

Darwinella Warreni est un proche parent de *D. corneostellata* (Carter). Le spécimen unique, qui est adulte, s'étend en une lamelle convexe, en verre de montre, longue de 35 millimètres, large de

31 millimètres, épaisse de 5 millimètres en son pourtour et graduellement aminci vers le centre jusqu'à n'y mesurer guère plus de 1 millimètre d'épaisseur. Dans l'état où je l'ai reçu, il était libre de toute attache à un support quelconque; ses deux faces étaient demeurées intactes, mais ses bords ne paraissaient pas avoir conservé partout leur intégrité. C'est par eux, probablement même sur une étendue assez faible, qu'il adhérait au substratum d'où la mer l'a arraché.

Rejeté sur le rivage, il possédait une coloration rougeâtre (« reddish ») qui engagea M. le docteur Warren à le fixer au sublimé. Il était, en effet, bien vivant et n'avait que peu souffert de l'action des vagues, grâce évidemment à sa consistance coriace, dépendant elle-même de la solidité exceptionnelle de sa charpente.

De ses deux faces, la supérieure ou externe occupe le côté convexe du ménisque, car c'est là qu'aboutissent les terminaisons libres des fibres squelettiques, constituant chacune l'axe d'un petit conule. Ces conules se dressent ici moins haut que d'ordinaire et semblent se distribuer avec moins de régularité, se tenant, suivant les points, clairsemés ou rapprochés. L'inégalité de leur répartition résulte, je crois, de ce que les fibres sont par places très espacées et par places ramifiées abondamment. Des corps étrangers, grains de sable, débris de Bryozoaires calcaires, colonies d'Hydroïdes, qui traversent l'ectosome, gênent d'ailleurs beaucoup l'examen des conules. La face inférieure se couvre d'impuretés de même sortes et les petits conules qui s'y observent sont soulevés par des pointes distales de polyactines, les spicules, ici comme chez *D. corneostellata*, se répandant par tout le corps et jusqu'à la surface. De part et d'autre, l'ectosome apparaît criblé de stomions très fins. Les oscules sont rares et de faible calibre.

Le choanosome renferme beaucoup de grains de sable siliceux et de débris calcaires, libres ou, fréquemment, collés au squelette. Copieusement irrigué, il est pourvu de corbeilles vibratiles vastes et nombreuses, souvent allongées et atteignant alors $0^{mm}11$ de grand axe. Comme des ovules encore unicellulaires s'y préparaient au moment où l'Éponge fut recueillie (octobre 1903), on peut noter que *Darwinella Warreni* entre en reproduction au printemps.

Les spicules sont des polyactines, parmi lesquelles prédominent des pentactines et des hexactines. Il existe aussi des tétractines et cela en proportion assez élevée. Les heptactines ne sont pas rares.

J'ai même vu une octactine et une ennéactine, mais, par contre, je n'ai rencontré ni triactine ni diactine. Ces spicules ont des actines robustes, pointues, lisses, parcourues par un canal axial auquel l'hématoxyline d'Erlich donne une coloration bleu pâle, et mesurant pour la plupart de 1 millimètre à 1mm5 de longueur sur 0mm065 à 0mm07 d'épaisseur à la base. Comme ceux de *D. corneostellata*, ils prennent part à la constitution de la charpente ; des liens de spongine les cimentent entre eux aux points où ils se touchent et les rattachent aux fibres du squelette ; ils forment de la sorte un réseau continu dans les intervalles compris entre ces fibres, mais ce réseau manque totalement de régularité ; l'union des actines s'effectue au gré du hasard en des points quelconques et sous des angles variés, sans que toutes perdent nécessairement leur indépendance. Les liens de spongine offrent tant de résistance qu'on ne parvient presque jamais à isoler une polyactine sans déchirer quelqu'une de ses actines.

Les fibres mesurent 0mm11 à 0mm15 au voisinage de la base et perdent peu de leur épaisseur en montant, sauf dans leurs ramifications ultimes qui vont s'amincissant jusqu'à n'avoir plus que 0mm05 à une petite distance de leur terminaison. A peu près de même grosseur que les fibres de *D. corneostellata*, elles restent loin d'atteindre la vigueur de celles de *D. australiensis*, qui peuvent être, d'après LENDENFELD, épaisses de 0mm3 à 0mm7 à la base, mais qui, à vrai dire, ne reçoivent aucune aide des spicules.

Dans la région moyenne de l'Éponge, qui paraît bien avoir toujours été libre, de toutes petites pierres semblent servir seules de base aux fibres, dont le pied s'épanouit pour les envelopper. Ces fibres, réellement dendritiques, s'envoient quelquefois des anastomoses de l'une à l'autre ou bien relient entre elles certaines de leurs divisions ; il en peut résulter, à l'occasion, un lacis comparable à celui figuré, d'après *D. aurea*, par LENDENFELD (1894, pl. XLVI, fig. 12), mais une telle disposition demeure toujours localisée et n'inspire nullement l'illusion d'un réseau continu.

De même que chez *D. corneostellata*, des grains de sable accompagnent fréquemment les fibres, mais sans entrer dans leur constitution ; ils ne s'y trouvent point incorporés, en effet, et s'attachent à elles indirectement, par l'intermédiaire de ces liens de spongine qui unissent les fibres entre elles et avec les spicules. Les branches terminales, à bout simple, obtus, ne portent pas de corps étrangers.

TABLEAU DES ESPÈCES DU GENRE DARWINELLA

Nom de l'espèce	Provenance	Couleur à l'état de vie	Forme et disposition des spicules	Dimensions des actines
1. *D. Mülleri* (M. Sch.)	Desterro (Brésil)	jaune d'or	tri-octactines, libres ou attachées aux fibres; actines droites effilées à pointe aiguë.	longueur $0^{mm}1$-1 millimètre.
2. *D. corneostellata* (Cart.)	Baie de Vigo (N. Espagne)	jaune	penta-heptactines reliées toutes avec les fibres et entre elles par de la spongine; actines flexueuses, pointues.	taille assez uniforme; longueur $0^{mm}8$.
3. *D. australiensis* Cart.	Port-Phillip Heads (S. Australie)	rouge vénitien	triactines, tétractines rudimentaires et rarement diactines, libres; actines raides et pointues.	taille assez uniforme; $1^{mm}17$ × $0^{mm}033$ (Carter); $0^{mm}7$-$0^{mm}9$ × $0^{mm}035$-$0^{mm}045$ (Lendenfeld).
4. *D. simplex* Tops.	Banyuls (S. France)	rouge carmin	triactines exclusivement, libres; actines raides et pointues.	taille assez uniforme; $1^{mm}1$-$1^{mm}25$ × $0^{mm}04$-$0^{mm}05$.
5. *D. intermedia* Tops.	Banyuls	jaune vif	triactines exclusivement, libres; actines faibles, tordues, pointues.	$0^{mm}1$-$0^{mm}15$ × $0^{mm}012$-$0^{mm}013$.
6. *D. dalmatica* n. sp.	Lesina (Dalmatie)	jaune d'or	tétra-hexactines, libres; actines flexueuses, courtes et grosses, à bout épais.	$0^{mm}08$-$0^{mm}2$ × $0^{mm}05$ (?).
7. *D. duplex* n. sp.	Banc de la Princesse-Alice (Açores)	rouge	triactines, mêlées de quelques tétractines, libres; actines raides, pointues.	taille très inégale, souvent faible $0^{mm}22$-$0^{mm}45$ × $0^{mm}007$-$0^{mm}01$; quelquefois forte $1^{mm}2$-$1^{mm}4$ × $0^{mm}03$-$0^{mm}04$, non sans intermédiaires.
8. *D. Gardineri* n. sp.	Atoll Fadifolu (Maldives)	rouge	diactines exclusivement, libres.	$1^{mm}6$-2 millim. × $0^{mm}02$.
9. *D. Warreni* n. sp.	Port-Shepstone (côte du Natal)	rouge	tétra-ennéactines, reliées toutes avec les fibres et entre elles par de la spongine; actines flexueuses, pointues.	taille assez uniforme; 1 millim.-$1^{mm}5$ × $0^{mm}065$-$0^{mm}07$.

A l'égal de *Aplysilla rosea* par rapport à *A. sulfurea*, *Darwinella Warreni* diffère de *D. corneostellata* par sa couleur à l'état de vie. Elle s'en distingue en outre par la présence en proportion notable de tétractines parmi ses polyactines. La taille un peu supérieure de ses spicules pourrait bien être purement individuelle.

HABITAT. — Afrique méridionale, côte du Natal (Port-Shepstone); au-dessous de la limite de balancement des marées. Un spécimen, rejeté sur le rivage.

II. Famille des *PLERAPLYSILLIDAE n. f.*

Au tableau qui précède ne figure point une Éponge que j'ai décrite (1889, p. 47) sous le nom de *Darwinella Joyeuxi*. C'est que, malgré ses spicules cornés, elle n'occupait pas dans le genre *Darwinella* une place naturelle. Ses fibres, en effet, au lieu d'être dendritiques comme celles des Darwinelles, s'unissent entre elles à la façon de celles des *Ianthella* pour former un réseau sinon régulier du moins continu. Avec une charpente ainsi faite, l'espèce représente un genre nouveau, *Igernella*[1]. Or, ce genre se sépare des *Darwinellidae* non seulement par la disposition de ses fibres mais encore et surtout par leur structure : ici, pas de moëlle à étuis emboîtés, caractéristique de tous les membres de ladite famille; en revanche, des inclusions arénacées que l'on sait faire constamment défaut chez les Darwinellides.

Cette structure, je l'ai retrouvée chez une Éponge de la Manche qui, d'après son système aquifère et ses corbeilles, est certainement une Dendrocératide et qui produit, elle, des fibres simples ou seulement dendritiques, comme celles des *Aplysilla*, mais dépourvues de moëlle et chargées de corps étrangers suivant leur axe. J'appelle cette Éponge *Pleraplysilla Minchini* et je lui adjoins *Igernella Joyeuxi* pour composer une famille des *Pleraplysillidae*.

Voici la description des deux premiers membres connus de cette famille :

1. *Pleraplysilla Minchini n. g., n. sp.*

Le spécimen type tapissait la concavité d'un grand fragment de jarre en grès, en forme de calotte, dragué cet hiver au large de

[1] Je prie Mlle Igerna SOLLAS d'en agréer la dédicace en remerciement de son *Haddonella Topsenti*.

Courseulles. Il s'étendait en une vaste plaque circulaire d'environ 25 centimètres de diamètre, interrompue seulement en quelques points par de jeunes cormus d'*Alcyonium* et par d'étroites bases de *Reniera*. Il offrait, intus et extra, une coloration uniforme, chocolat clair. Son épaisseur moyenne ne dépassait guère 1 millimètre, mais je dois dire qu'étant resté quelque temps hors de l'eau, il était très contracté quand il me parvint à Caen et qu'il ne se relâcha presque pas au cours d'une réimmersion prolongée. En deux ou trois endroits, au lieu de rester encroûtant, le corps s'épaississait et formait des nodules irréguliers, atteignant 5 millimètres d'épaisseur.

Avec sa teinte exceptionnelle, la plaque attirait encore l'attention par l'état de sa surface. Des conules s'y dressaient légers du sommet de chacun desquels sortait, sur une longueur d'environ 2 millimètres, une fibre grêle, simple, droite ou quelque peu onduleuse. Étant données les dimensions du sujet, le nombre de ces pointements paraissait considérable; leur écartement était cependant assez grand, variant entre 1mm2 et 2 millimètres et souvent davantage.

Des oscules se dessinèrent épars, assez nombreux néanmoins, sous forme de cratères membraneux, de 1 à 2 millimètres de diamètre, à fond criblé de petits orifices exhalants.

Coloration à part, la ressemblance avec les *Aplysilla* et les *Darwinella* était frappante. La longueur sur laquelle les fibres se trouvaient à nu semblait bien exagérée au premier abord, mais on sait que la contraction déforme les *Aplysilla* en faisant pareillement ressortir leurs fibres et en rendant, comme ici, leur chair coriace.

Grâce à la nature lisse du support, l'Éponge se laissa facilement décoller par plaques à l'aide d'une spatule. Des morceaux plongés dans l'alcool à 90° virèrent presque instantanément au jaune clair, puis, à la longue se décolorèrent.

Les corbeilles, dans les fragments fixés au sublimé, n'ont conservé leur forme qu'en de rares points du corps, notamment au pourtour des fibres et au voisinage du support, en un mot là où la contraction avait eu son moindre effet. De grande taille, elles mesurent 52 μ de diamètre quand elles sont rondes et atteignent quand elles sont ovales, 90 μ sur 35 μ. Leur disposition est identique à celle des *Darwinellidae*.

Les fibres ont presque toutes 3 à 4 millimètres de longueur totale. En général, elles restent d'une simplicité parfaite; par places, ce-

pendant, en particulier dans les nodules, le corps augmentant sensiblement d'épaisseur, elles s'allongent jusqu'à 6 et 7 millimètres et émettent deux ou trois rameaux.

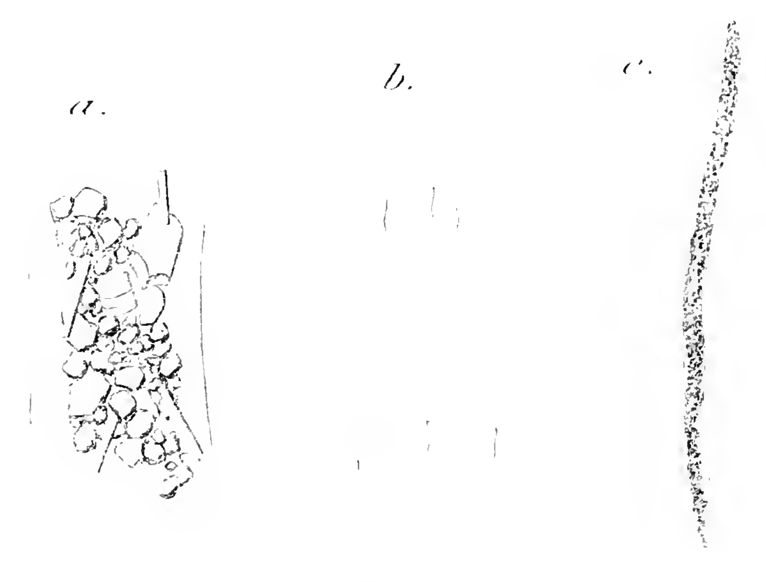


Fig. 2

Fig. 2. — *Pleraplysilla Minchini.* *a*, portion de fibre × 180; *b*, fibres simples et fibres dendritiques, gr. nat.; *c*, une fibre simple, isolée × 17.

Leurs bases, étalées, membraneuses, sont indépendantes les unes des autres ou tout au moins s'isolent avec une extrême facilité après un court séjour dans une solution concentrée de potasse.

Les fibres simples, épaisses de 100 à 110 μ vers le bas, s'amincissent progressivement jusqu'à ne mesurer plus que 70 μ au sommet. Elles ont des parois formées de strates superposées mais pas de moëlle, car, tout de suite au-dessus de leur plaque basilaire, des corps étrangers s'y groupent en un cordon axial continu. D'abord étroit, ce cordon s'élargit bientôt, en même temps que diminue l'épaisseur des parois. Celles-ci finissent même par se réduire, dans le dernier cinquième de la fibre, à un étui pelliculaire entièrement bourré d'inclusions variées, de spicules, de petits Foraminifères, de Diatomées et surtout de grains calcaires ayant de 3 à 40 μ (généralement 20 μ) de diamètre.

Les fibres dendritiques deviennent naturellement un peu plus fortes que les fibres simples : l'épaisseur de celles que je figure est de 130 μ vers le bas. Très peu compliquées, elles comptent rarement plus de deux branches. Encore une de ces branches semble-t-elle quelquefois avoir été sécrétée postérieurement à l'achèvement du tronc, son cordon arénacé commençant à sa base, comme s'il

s'agissait d'une fibre indépendante, sans contracter de rapport avec celui du tronc auquel elle est soudée.

En dehors de la grande plaque de *Pleraplysilla Minchini*, j'en observai deux qui, beaucoup moins étendues, se faisaient remarquer par leur teinte blanchâtre et leur aspect crémeux. C'étaient là des individus séniles. Leur âge se reconnaissait à leurs fibres devenues brunes et épaissies jusqu'à mesurer 0mm3 à la base; malgré cela, ces fibres n'étaient ni plus longues ni plus compliquées que celles du grand spécimen.

Habitat. — Au large de Courseulles (Calvados); profondeur, 30 mètres environ.

2. *Igernella Joyeuxi* Topsent.

Syn. : 1889 *Darwinella Joyeuxi* Tops.

Igernella Joyeuxi ne présente, dans son squelette, d'autre caractère commun avec les *Darwinella* que la possession de spicules cornés. Ceux-ci abondent, d'ailleurs, sous forme de triactines généralement régulières à rayons longs, minces et pointus, situés dans un même plan et mesurant de 0mm5 à 1mm15 de longueur sur 16 à à 32 μ d'épaisseur; des tétractines s'y mêlent en proportion très faible.

Les fibres forment un réseau continu à mailles larges, inégales et sans régularité. Il en est qui, plus grosses que les autres et sensiblement verticales, peuvent passer pour les fibres primaires; mais elles ne restent jamais longtemps distinctes. D'autres gagnent la périphérie qui ne prennent une direction nettement radicale qu'au voisinage de la surface. D'autres enfin, grêles souvent mais non constamment, relient entre elles les précédentes sans aucun ordre apparent. J'ai insisté inutilement autrefois sur ce fait qu'aux points où elles se divisent les fibres ont une tendance à la trifurcation; cela n'a rien que de très naturel et s'observe chez n'importe quelle Éponge fibreuse. Des fibres voisines s'envoient à l'occasion une série d'anastomoses qui dessinent une sorte de treillis. Les fibres radiales se prolongent au-dessus de la surface générale pour constituer l'axe de courts conules maintenus en leur place respective par des fibres tangentielles épaisses de 50 μ. Nul rapport, on le voit, entre cette charpente et celle des *Darwinellidae;* la ressemblance serait plutôt, lointaine cependant, avec celle des *Stelospongia*.

La structure des fibres a été difficile à étudier parce que le spé-

cimen, desséché au soleil sans avoir été dessalé au préalable, s'est trouvé, à l'humidité de l'air marin, envahi par des Champignons dont les hyphes se sont ramifiés dans sa chair et jusque dans ses fibres. Celles-ci sont stratifiées, sans moëlle distincte. Les plus

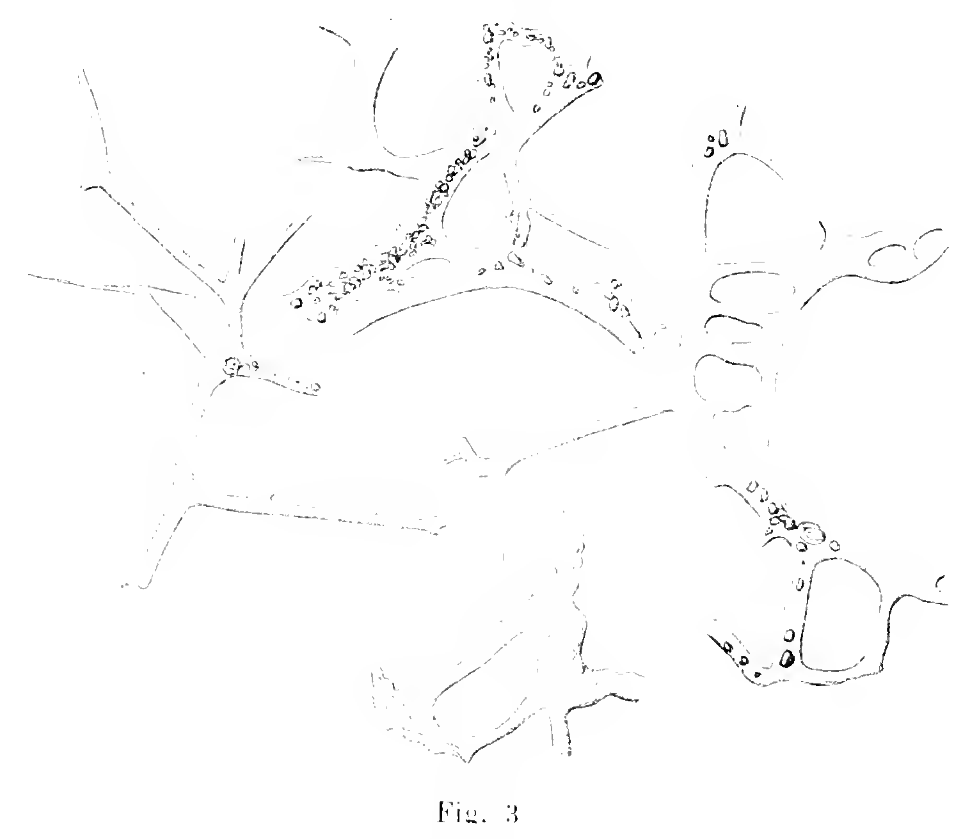


Fig. 3

Fig. 3. — *Igernella Joyeuxi*. Fibres. × 16. En bas, un conule décalcifié.

grosses (épaisses de 100 à 200 μ) sont plus ou moins arénacées. Elles renferment des corps étrangers de toute nature, beaucoup de coquilles de Foraminifères, quelques spicules, des débris de Bryozoaires et de Polypiers et, par dessus tout, des grains de sable calcaire. Ces inclusions se rencontrent soit éparses, soit par petits groupes, soit enfin rapprochées en un cordon continu qui peut même tenir toute l'épaisseur de la fibre. Eparses, elles occupent l'axe ou le bord des fibres indifféremment par suite de l'absence d'une moëlle régulatrice de leur distribution.

A leur terminaison, les fibres radiales se chargent tellement de corps étrangers qu'elles doivent se renfler et que les conules dont elles forment l'axe en deviennent obtus. J'avais bien remarqué l'accumulation des grains de sable au niveau des conules mais j'avais cru à une simple incrustation de leur surface alors qu'il faut l'attribuer à la constitution propre de leurs fibres.

Habitat. — Banc de Campêche (golfe du Mexique); par quelques mètres seulement de profondeur.

III. Famille des *IANTHELLIDAE* Hyatt.

Bien différentes de celles des *Darwinellidae* comme aussi de celles des *Pleraplysillidae* avec leur écorce stratifiée à spongoblastes et leur moëlle granuleuse, homogène, libre de corps étrangers, les fibres des *Ianthellidae* peuvent se disposer en un réseau continu, régulier ou non (les diverses *Ianthella*), ou, restant isolées, affecter une forme dendritique (*Haddonella Topsenti* Ig. Sollas).

Sous ce rapport, le genre *Haddonella* correspond au genre *Pleraplysilla* et le genre *Ianthella* au genre *Igernella*. La plupart des *Darwinellidae* s'établissent une charpente dendritique. Cependant, parmi les *Dendrilla*, il en est trois, *D. membranosa* (Pallas), *D. ianthelliformis* (Lendenfeld) et *D. cæspitosa* (Carter), qui possèdent un réseau central d'où émanent des rameaux dendritiques se dirigeant vers la surface. Les *Megalopastas* construisent uniquement un réseau continu assez semblable à celui de *Igernella Joyeuxi*.

Les deux systèmes de charpente se retrouvent aussi, remarquons le, chez les *Aplysinidae* séparées radicalement des *Darwinellidae* par Lendenfeld à cause de leurs corbeilles vibratiles de petite taille. En effet, si l'on tient compte de ce dernier caractère, *Dendrospongia crassa* Hyatt, dont les corbeilles, d'après Wilson (1899, p. 409), ne mesurent que 32 μ sur 24, doit être cité comme un exemple d'*Aplysinidae* à fibres dendritiques.

Tel que je le comprends, l'ordre des *Dendroceratida* se présente de la manière suivante :

Ordre DENDROCERATIDA Minchin (emend.)

Éponges à corbeilles vibratiles grandes, simples, rondes ou ovales, à charpente nulle ou cornée, à fibres souvent dendritiques, plus rarement disposées en réseau, quelquefois accompagnées de spicules cornés.

I. Famille Darwinellidae Merejkowsky.

Les fibres se composent toujours d'une écorce stratifiée et d'une large moëlle où s'emboîtent des étuis à sommet convexe; elles ne renferment pas de corps étrangers.

1. Genre *Hexadella* Topsent. *Darwinellidae* revêtantes, molles, sans fibres ni spicules cornés; un peu plus épais que dans les genres voisins. L'ectosome jouit seul de quelque consistance et sert, dans une certaine mesure, de squelette externe.

Type : *Hexadella Racovitzai* Tops.

2. Genre *Aplysilla* F.-E. Schulze. *Darwinellidae* revêtantes, molles, à fibres dendritiques peu ramifiées, sans spicules cornés.

Type : *Aplysilla rosea* (Barrois).

3. Genre *Darwinella* F. Müller. *Darwinellidae* revêtantes ou un peu massives, à fibres dendritiques peu ramifiées et à spicules cornés généralement polyactinaux.

Type : *Darwinella Mülleri* (M. Schultze).

4. Genre *Dendrilla* Lendenfeld. *Darwinellidae* massives, dressées, à fibres dendritiques très ramifiées ou partiellement disposées en réseau, sans spicules.

Type : *Dendrilla rosea* Lendenfeld.

5. Genre *Megalopastas* Dendy. *Darwinellidae* massives, à squelette entièrement réticulé, sans spicules.

Type : *Megalopastas nigra* Dendy.

II. Famille Pleraplysillidae n. fam.

Les fibres, striées en long, n'ont pas de moëlle distincte et se chargent de corps étrangers.

1. Genre *Pleraplysilla* n. g. *Pleraplysillidae* encroûtantes à fibres simples ou dendritiques peu ramifiées, sans spicules.

Type : *Pleraplysilla Minchini* n. sp.

2. Genre *Igernella* n. g. *Pleraplysillidae* massives à fibres disposées en réseau et à spicules cornés polyactinaux.

Type : *Igernella Joyeuxi* Topsent.

III. Famille Ianthellidae Hyatt.

Les fibres ont une écorce stratifiée à spongoblastes visibles entre les strates et une moëlle granuleuse, homogène, libre de corps étrangers.

1. Genre *Ianthella* Gray. *Ianthellidae* à squelette réticulé.

Type : *Ianthella flabelliformis* (Pallas).

2. Genre *Haddonella* Ig. Sollas. *Ianthellidae* à fibres dendritiques.

Type : *Haddonella Topsenti* Ig. Sollas.

L'ordre des *Dendroceratida* est représenté sur les côtes de France par les Éponges dont voici la liste :

Hexadella Racovitzai Topsent. Côtes méditerranéennes (Banyuls).

H. Pruvoti Topsent. Côtes méditerranéennes (Banyuls).

Aplysilla rosea Barrois. Côtes océaniques et méditerranéennes.

A. sulfurea F. E. Schulze. Côtes océaniques et méditerranéennes.

Darwinella simplex Topsent. Côtes méditerranéennes (Banyuls).

D. intermedia Topsent. Côtes méditerranéennes (Banyuls).

Dendrilla cirsioides Topsent. Côtes méditerranéennes (Banyuls).

Pleraplysilla Minchini Topsent. Côtes océaniques (Courseulles).

INDEX BIBLIOGRAPHIQUE

1872. CARTER (H.-J.). Description, with illustrations, of a new species of *Aplysina* from the N. W. Coast of Spain (*Ann. and Mag. of nat. hist.* (4) X, p. 101-110, pl. VIII).

1885. CARTER (H.-J.). Descriptions of Sponges from the neighbourhood of Port Phillip Heads, South Australia (*Ann. and Mag. of nat. hist.* (5) XV, p. 196-222).

1899. DELAGE et HÉROUARD. Traité de Zoologie concrète, II, Mésozoaires, Spongiaires. Paris.

1905. DENDY (A.). On the Sponges (*Report to the Govern. of Ceylon on the Pearl Oyster Fisheries of the Gulf of Manaar*, suppl. Rep. XVIII, Roy. Soc. London).

1875. HYATT (ALPH.). Revision of the North American Poriferae, Part I (*Mem. Boston Soc. of nat. hist.*, II, part IV).

1889. LENDENFELD (R. VON). A monograph of the horny Sponges (London).

1894. LENDENFELD (R. VON). Die Spongien der Adria. II Die *Hexaceratina* (*Zeitschr. f. wiss. Zoologie*, LIV, Taf. XIII. Leipzig).

1878. MEREJKOWSKY (C.). Études sur les Éponges de la mer Blanche (*Mem. Ac. Imp. Sci.* (7), XXVI, n° 7, St-Pétersbourg).

1900. MINCHIN (E.-A.). The *Porifera*, A treatise on Zoology edited by Ray Lankester, Part II (London).

1865. MÜLLER (FR.). Ueber *Darwinella aurea*, einen Schwamm mit sternförmigen Hornnadeln (*Archiv. f. mikr. Anat.*, I, S. 344-353, Taf. XXI, Bonn).

1884. POLÉJAEFF (N.). Report on the *Keratosa* (*The Voyage of H. M. S.* « Challenger », XI, part XXXI).

1889. POLÉJAEFF (N.). Publication en russe (*Trav. Soc. Nat. St-Pétersbourg, Zool. et Phys.*, XX, p. 139-215).

1865. SCHULTZE (MAX). Ueber einem Schwamm mit Nadeln aus Hornsubstanz (*Verhandl. nat. Vereines d. preuss. Rheinlande und Westphalem*, Sitz., p. 7, Bonn).

1903. SOLLAS (Miss IGERNA). On *Haddonella Topsenti*, gen. et sp. n., the structure and development of its pithed fibres (*Ann. and Mag. of nat. hist.* (7), XII, p. 557-563, pl. XXVIII-XXIX).
1889. TOPSENT (E.). Quelques Spongiaires du Banc de Campêche et de la Pointe-à-Pître (*Mém. Soc. Zool. de France*, II, p. 30-52).
1892. TOPSENT (E.). Diagnoses d'Éponges nouvelles de la Méditerranée et plus particulièrement de Banyuls (*Arch. Zool. exp. et gén.* (2), X, Notes et Revue, p. XVII-XXVIII).
1893. TOPSENT (E.). Nouvelle série de diagnoses d'Éponges de Roscoff et de Banyuls (*Arch. de Zool. exp. et gén.* (3), I, Notes et Revue, p. XXXIII-XLIII).
1895. TOPSENT (E.). Matériaux pour servir à l'étude de la faune des Spongiaires de France (*Mém. Soc. Zool. de France*, IX, p. 113-133).
1904. TOPSENT (E.). Spongiaires des Açores (*Résult. des Camp. scient. de S. A. le Prince de Monaco*, fasc. XXV, Monaco).
1887. VOSMAER (G. C. J.). Spongien. Die Klassen und Ordnungen des Thierreichs (Leipzig und Heidelberg).
1902. WILSON (H.-V.). The Sponges collected in Porto-Rico in 1899 (*U. S. Fish Comm. Bull. for 1900*, II, p. 375-411, Washington).

XXI

ZWEI KOREANISCHE HOLOTHURIEN

von

HJALMAR ÖSTERGREN

Upsala

Im Jahre 1898 beschrieb Verf. im « Zoologischen Anzeiger » (Bd 21, S. 108-110 u. 133-136) eine Anzahl neuer ostasiatischer Seewalzen aus den Sammlungen des zoologischen Museums der Universität Upsala. Im folgenden Jahre hatte ich bei einem Besuche des zoologischen Museums in Kopenhagen Gelegenheit, dort vier der behandelten Arten, und zwar *Cucumaria longicauda*, *Thyone polybranchia*, *Colochirus robustus* und *Psolus japonicus* wiederzusehen. Ausserdem fanden sich dort noch ein Paar neue Arten aus derselben Gegend, ein *Myriotrochus* und ein *Eupyrgus*. Herr Direktor G. M. R. Levinsen hatte die Güte, mir die Beschreibung dieser in mehreren Beziehungen interessanten Formen, die er

schon selbst der Gattung nach bestimmt hatte, anzuvertrauen. Da ich soeben in einem anderen Aufsatze (1905) die Begrenzung der Gattung *Myriotrochus* diskutiert habe, halte ich es für angemessen, die Beschreibung dieser ostasiatischen Seewalzen hier folgen zu lassen.

Die Gattung *Myriotrochus* galt lange als monotypisch, indem man *Oligotrochus vitreus* Sars mit *M. rinkii* Steenstr. vereinte. Vor einigen Jahren (1902) wies ich indessen nach, dass Sars' Art von derjenigen Steenstrup's verschieden sei und eine zweite Art der Gattung *Myriotrochus* bilde. Der von mir (1905) beschriebene *M. théeli* und die neue Art von Ostasien erhöhen nun die Artanzahl auf vier. Von der Gattung *Eupyrgus* hat man bis jetzt nur eine einzige Art, *E. scaber* Lütk. gekannt; der Fund einer zweiten Art derselben Gattung ist deshalb von nicht geringem Interesse. Ihr hauptsächliches Interesse erhalten diese zwei ostasiatischen Arten jedoch dadurch, dass sie das geographische Verbreitungsgebiet für ihre Gattungen bedeutend erweitern. *E. scaber* ist eine hocharktische Art, und die ganze Unterfamilie *Myriotrochinae* unter den Synaptiden ist bisher als ausschliesslich arktisch betrachtet worden. *M. vitreus* ist allerdings, wie ich (1902) nachgewiesen habe, keine arktische Art, aber er ist doch auf die Küsten Skandinaviens beschränkt und hat seine Südgrenze in Skagerak, 57° N. Die beiden ostasiatischen Arten gehören einer viel südlicheren Gegend, Korea, an. Die Tiere wurden 1882 von einem Beamten der dänischen Telegraphengesellschaft, Kapitän E. Suenson gesammelt. Suenson hat den zoologischen Museen in Kopenhagen und Upsala sehr wertvolle Sammlungen geschenkt, die er auf seinen Reisen behufs Auslegung und Inspektion der Telegraphenkabel zusammengebracht hat. Es kann deshalb als wahrscheinlich gelten, dass die fraglichen Exemplare, ebenso wie viele anderen Tiere, bei denen dies ausdrücklich angegeben ist, in der Koreastrasse erhalten sind — soweit ich habe finden können, existierte, wenigstens zu jener Zeit, nur dort ein von Korea ausgehendes Telegraphenkabel. Diese Tiere würden denn in einer Gegend mit südlicherer Lage als Gibraltar leben. Das Klima Koreas unterscheidet sich indessen, wie bekannt, bedeutend von dem West-Europas auf den entsprechenden Breitegraden. Die verhältnismässig strengen Winter, die auch die oberen Wasserschichten des Meeres beeinflussen, geben vielleicht eine Erklärung dafür, dass man hier unter subtropischen Formen (wie unter

den Seewalzen Arten der Gattung *Colochirus* Trosch.) Tiere treffen kann, die ihre nächsten Verwandten im Eismeere haben.

Beide neue Arten sind so klein, dass sie nebst *Trochoderma elegans* Théel und dem jetzt durch Ludwig (1905) wiedergefundenen *Rhabdomolgus ruber* Kef. die Zwerge der Seewalzen bilden. Da ich bei den secierten Exemplaren die Geschlechtsorgane stark entwickelt gefunden habe, müssen diese wenigstens annähernd ausgewachsene Tiere sein; die geringe Körpergrösse ist deshalb zweifellos charakteristisch für diese Arten.

1. *Myriotrochus minutus*, *n. sp.*

(Fig. 1, A)

Diese Art liegt mir in 10 Exemplaren, davon 9 vollständigen, vor. Länge 4-6 Mm. Dicke 2-3 Mm. (im Leben dürften die Tiere sich bis zu einer Länge von etwa 10 Mm. ausstrecken konnen). Die Körperwand dünn, beinahe durchsichtig, in Alkohol vollständig unpigmentiert. Fühler 10 mit 3, 4 oder ausnahmsweise 5 Fingern an jeder Seite des Stammes; kein terminaler Finger. Ein Steinkanal; eine Poli'sche Blase. Das Mesenterium des Darmes auf den medianen dorsalen Interradius beschränkt und auch hier unvollständig, nur den vorderen Teil des ersten Darmschenkels tragend. Ein von der hinteren Darmbiegung ausgehender Strang, der sich am hintersten Teile des linken dorsalen Längsmuskels, nahe dem After, befestigt, fixiert die Hinterenden der beiden ersten Darmschenkel an die Körperwand; die vordere Hälfte des zweiten Schenkels ist durch eine mesenteriumartige Membrane mit dem ersten Schenkel verbunden; der dritte Schenkel wird durch ein Paar Stränge an den medianen ventralen Längsmuskel befestigt[1]. An jeder Seite des Mesenteriums ein einziger, vollständig unverästelter Genitalschlauch von, bei einem 6 Mm. langen Tiere, 4,5-5 Mm. Länge und 1/2 Mm. Dicke; getrenntgeschlechtlich. Die dorsale Körperwand mit ziemlich zahlreichen, aber getrennt, nicht über einander liegenden Kalkrädchen; der Bauch ohne Rädchen, oder höchstens mit vereinzelten. Die meisten Rädchen 100-150 μ in Durchmesser, einzelne nur 55-80 μ; Rädchen von 80-100 μ in Diameter sind, wenigstens bei einigen Exemplaren, selten. Infolge-

[1] Das Vorkommen dieser accessorischen Aufhangungsmittel bestätigt meine Beobachtung, dass das Mesenterium stark reduciert ist. Sonst könnte man meinen, dass Teile dieses, bei einem so kleinen Tiere ausserst dünnen Hautchens meiner Aufmerksamkeit entgangen sein könnten.

dessen lassen sich die Rädchen bei diesen, was die Grösse anbelangt, in zwei Gruppen verteilen, grosse und kleine, die jedoch in der Form gleich sind. Speichen 13-16 mit ganz schwach flügelförmig verbreiterten Seitenrändern; der Radumfang an der äusseren (der Oberhaut zugekehrten) Seite des Rädchens mit 18-26 grossen, centripetal gerichteten Zähnen. Die Fühler mit zahlreichen, meist 140-200 μ langen, einfachen oder schwach verzweigten Stützstäben, welche bewirken, dass die Fühler bei konservierten Exemplaren starr mit gut ausgestreckten Fingern sind.

Die vorliegenden Exemplaren wurden am 22 Januar 1882 von E. Suenson an der Küste von Korea aus einer Tiefe von 60-65 M. gesammelt.

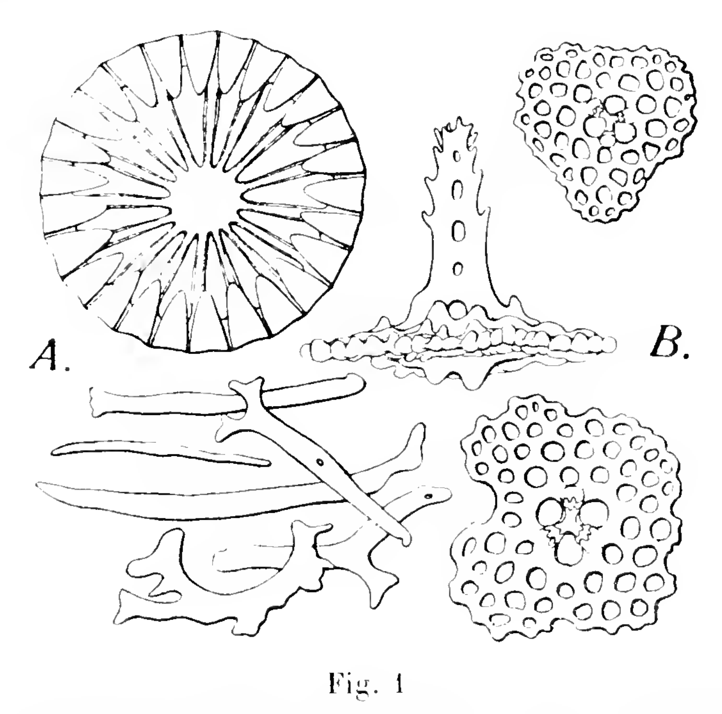


Fig. 1

Fig. 1. — *A : Myriotrochus minutus*, Stützstabe der Fühler und ein Radchen. × 205. *B : Eupyrgus pacificus*, drei Stühlchen, zwei von oben, eins von der Seite gesehen. × 125.

Diese Art unterscheidet sich von allen in dieser Beziehung bekannten Seewalzen in der Art der Aufhängung des Darmkanales; dieser Abweichung ist jedoch eine grosse systematische Bedeutung kaum beizumessen. Wichtiger ist, nach meinem Dafürhalten, das Vorkommen zahlreicher, grosser Stützstäben in den Fühlern, eine Eigenschaft, die um so auffälliger ist, als alle früher bekannten Arten der Subfamilie *Myriotrochinae* jede Spur von Kalk in den Fühlern entbehren und überhaupt keine anderen Kalkgebilde in der Körperwand besitzen, als die Rädchen. Jedoch auch diese

Abweichung erscheint mir nicht die Aufstellung einer besonderen Gattung zu veranlassen zu brauchen.

Durch die Fühlerzahl stimmt *M. minutus* mit *Trochoderma elegans* Théel überein, sonst weicht er jedoch von dieser Art, besonders im Bau der Rädchen, sehr stark ab. Innerhalb der Gattung *Myriotrochus* haben wir schon durch meinen soeben erschienenen Aufsatz **1905** eine Art mit 10 Fühlern, *M. théeli*, kennen gelernt; *M. minutus* scheint jedoch nicht mit dieser Art, sondern mit dem 12-fühlerigen *M. rinkii* Steenstr. näher verwandt, zu sein. Die Verteilung der Rädchen ist bei diesen beiden Arten dieselbe. Auch bei *M. rinkii* sind die Rädchen bei demselben Exemplare von sehr verschiedener Grösse, jedoch durchschnittlich so bedeutend grösser als bei *M. minutus*, dass die kleinen Rädchen bei *M. rinkii* ungefähr so gross wie die grösseren bei *M. minutus* sind. Das Wichtigste ist jedoch, dass die Rädchen dieser zwei Arten so vollständig in der Form übereinstimmen, dass ein kleines Rädchen von *M. rinkii* sich kaum von einem grossen von *M. minutus* unterscheiden lässt. Alle anderen bekannten Arten der Subfamilie *Myriotrochinae* lassen sich dagegen schon durch Untersuchung eines einzigen Rädchens bestimmen.

2. *Eupyrgus pacificus, n. sp.*

(Fig. 1, B.)

Von den drei mir vorliegenden Exemplaren ist das grösste 5 Mm. lang, 3 Mm. dick, das kleinste 3 Mm. lang, 2 Mm. dick. Das grösste ist etwas querfaltig, es dürfte jedoch in ausgestrecktem Zustande nicht mehr als 6-7 Mm. lang gewesen sein. Der Körper beinahe eiförmig, das Hinterende jedoch nach oben gebogen und zu einem kurzen schwanzförmigen Abschnitt verjüngt. Die Mundscheibe so stark eingezogen, dass betreffs der Fühler nichts näheres zu ermitteln war; aus dem Bau des Kalkringes geht jedoch hervor, dass ihre Anzahl 15 ist. Um den After 5 ganz kleine Papillen. Die Haut stachelig durch dichtgestellte, mit einem hohen, spitzen Aufsatz versehene Kalkkörper. Diese, welche Bildungen der Art sind, die man als Stühlchen zu bezeichnen pflegt (vergl. Ludwig, **1889-1892**, S. 45), haben in der Regel einen Scheibendurchmesser von 125-250 μ und eine Höhe von 130-210 μ. Die Scheibe ist eine gerundete bis beinahe dreieckige Gitterplatte, die beiderseits mit kleinen Knoten besetzt ist, von denen ein Paar, im Centrum der unteren

Seite stehende, eine etwas grössere Höhe zu erreichen pflegen. Die Löcher der Scheibe sind stets zahlreich, gewöhnlich 40-60, bei den grössten Stühlchen sogar bis zu etwa 70, bei den kleinsten zuweilen etwas weniger als 40 (bei einem von nur 100 μ Scheibendurchmesser waren 33 Löcher). Auf der Mitte der oberen Seite der Scheibe erhebt sich der hohe, spitze Stiel, der von 3, durch 4-6 Querspangen verbundenen, nach oben konvergierenden, in ihrer oberen Hälfte bedornten Stäben gebildet wird. Ein Steinkanal; 1 Poli'sche Blase. Fühlerampullen fehlen. Die drei ventralen Radialstücke des Kalkringes mit ganz kurzen Gabelschwänzen. Die beiden Wasserlungen erreichen beinahe das Vorderende der Leibeshöhle, sind aber fast vollständig einfach: nur ihr hinterer Teil weist einige schwachen Aussackungen, die als Andeutungen zu bläschenförmigen Nebenästen betrachtet werden können, auf. Von der Geschlechtsbasis, die ungefähr in der Mitte des Körpers liegt, entspringen an jeder Seite des Mesenteriums einige ganz einfachen Genitalschläuche: bei dem Grössten Exemplare (dem einzigen, das seciert wurde) beträgt ihre Anzahl auf jeder Seite 4, ihre Länge 2,5 Mm. und ihre Dicke 1/4 Mm.

E. pacificus wurde am 22 Januar 1882 zusammen mit *Myriotrochus minutus* an der Küste von Korea aus einer Tiefe von 60-65 M. erhalten (E. Suenson).

Diese beiden an die arktische Fauna erinnernden Arten leben somit in Gesellschaft mit einander. Allein, während die neue *Myriotrochus*-Art eine sehr freistehende Stellung in ihrer Gattung einnimmt, ist dagegen *E. pacificus* dem früher bekannten *E. scaber* so ähnlich, dass man möglicherweise vorschlagen könnte, ihn dieser Art zuzurechnen. Da von *E. scaber* keine genügend detaillierte Beschreibung vorliegt, muss ich in Kürze die Hauptpunkte, in denen er sich von der koreanischen Form unterscheidet, angeben. *E. scaber* ist bedeutend grösser, in der Regel 9-12 Mm. lang, 5,5-7 Mm. dick. Die Kalkkörper sind Stühlchen von gleichem Typus wie bei *E. pacificus*, weichen aber in Grösse und Form etwas ab. Die Höhe ist in der Regel 200-250 μ, der Durchmesser der Scheibe 190-300 μ. Der Bau der Stühlchen ist bedeutend plumper, was unter anderem dadurch zum Ausdruck kommt, dass die Löcher der Scheibe weniger dicht stehen, so dass ihr Abstand von einander meistens grösser als ihr Durchmesser ist. Vor allem sind aber die Löcher weniger zahlreich; in den meisten Scheiben sind es 20-30 Löcher, in den klein-

stein oft nur 15-20, in den allergrössten nicht selten mehr als 30, in Ausnahmefällen sogar etwas über 40. Mehr als 30 Löcher findet man jedoch kaum anders als bei Platten, die grösser sind als die grössten bei *E. pacificus*. Vergleicht man gleichgrosse Platten beider Arten, so findet man, dass die Anzahl Löcher bei *E. pacificus* durchschnittlich wenigstens eine doppelt so grosse wie bei *E. scaber* ist. Die Wasserlungen sind bei *E. scaber* mit ziemlich zahlreichen bläschenförmigen Nebenästen versehen, die jedoch bei Jungen weniger deutlich sein können. Wenigstens einzelne der Genitalschläuche pflegen mit einem Nebenast versehen zu sein, ausserdem sind die Schläuche, ausser bei ganz kleinen Exemplaren, zahlreicher als bei *E. pacificus*. Auch andere Unterschiede in der Anatomie scheinen vorzukommen. So ist bei *E. scaber* das Gefässnetz zwischen den beiden ersten Darmschenkeln stärker entwickelt. Zur Entscheidung der systematischen Bedeutung derartiger Charaktere bedarf es jedoch offenbar noch der Untersuchung eines grösseren Materiales von beiden Arten.

Hierzu kommt noch die Frage, ob nicht die oben unter dem Namen *E. pacificus* beschriebenen Tiere Repräsentanten einer abweichenden Jugendstufe von *E. scaber* seien. Das Vorkommen entwickelter Geschlechtsorgane, wenigstens bei dem grössten Exemplare, macht dies unwahrscheinlich. Die Seewalzen werden zwar vor Erreichung ihrer definitiven Grösse geschlechtsreif, aber, so viel bekannt, niemals, während sie sich noch in einer betreffs des Skelettes und des übrigen Körperbaus stark abweichenden Jugendstufe befinden. Zur sichereren Beantwortung der Frage habe ich ein Junges von *E. scaber*, das sich in der Grösse wenig von dem grössten Exemplar von *E. pacificus* unterscheidet, untersucht. Bei diesem Jungen ist schon die grosse Hauptmasse der Kalkkörper der Haut von vollständig gleicher Beschaffenheit, wie bei voll ausgewachsenen Exemplaren derselben Art. Aber unter hunderten von typischen Stühlchen finde ich einzelne von einem anderen Bau, kleiner (Scheibendurchmesser 140-200 μ), weniger plump und mit 35-50 Löchern in der Scheibe. Hieraus schliesse ich, dass bei Jungen von *E. scaber* Kalkkörper vorhanden sind, die denen bei *E. pacificus* sehr ähneln, dass die plumpen Stühlchen mit wenigen Löchern in der Scheibe jedoch schon sehr früh den grössten Teil des Hautskelettes bilden. Da die Exemplare von Korea diese plumperen Stühlchen vollständig entbehren, können sie nicht

Junge von *E. scaber* sein. Die nahe Verwandtschaft dieser beiden Arten findet indessen durch die abweichenden Stühlchen bei kleinen Exemplaren der arktischen Art eine weitere Bestätigung.

LITTERATUR.

1889-1892. LUDWIG (H.). Die Seewalzen (*Bronn, Klassen und Ordn. des Tier-Reichs*, Bd II, Abt. III : 1. Leipzig. 8°).

1905. LUDWIG (H.). Ein wiedergefundenes Tier : *Rhabdomolgus ruber* Keferstein (*Zool. Anzeiger*, XXVIII Bd, p. 458).

1898. ÖSTERGREN (Hj.). Zur Anatomie der Dendrochiroten, nebst Beschreibungen neuer Arten (*Zool. Anzeiger*, XXI Bd, p. 102-110, 133-136).

1902. ÖSTERGREN (Hj.). The *Holothurioidea* of Northern Norway (*Bergens Museums Aarbog*, 1902, n° 9).

1905. ÖSTERGREN (Hj.). Zur Kenntnis der skandinavischen und arktischen Synaptiden (*Arch. zool. exp.*, 4e sér., Vol. III, Notes et Revue, p. 133-164).

XXII

CONTRIBUTION A L'ÉTUDE DE LA PHAGOCYTOSE EXPÉRIMENTALE

par

L. MERCIER

Préparateur de Zoologie à la Faculté des Sciences de Nancy.

C'est grâce à l'expérimentation qu'a pu être mise en évidence la propriété phagocytaire des leucocytes du sang. Dès 1862, HAECKEL avait montré que les leucocytes de *Téthys* absorbaient des grains d'indigo; RECKLINGHAUSEN, PREYER, SCHULTZE, BALBIANI ont fait des observations semblables sur des objets différents; mais c'est à METCHNIKOFF que nous sommes redevables des observations les plus précises et les plus variées à ce sujet. Depuis, bien des auteurs se sont occupés du sujet sans l'épuiser : KOWALEVSKY, CUÉNOT, etc. Nous ne donnons là qu'un faible aperçu bibliographique; et, à ce sujet, nous ne pouvons que renvoyer à l'index très complet qui

accompagne l'article de DELAMARE dans le Traité d'anatomie humaine de Poirier (t. II, 1896. Lymphatiques).

METCHNIKOFF, étudiant la résorption des hématies d'Oie par les globules blancs de Cobaye a décrit un détail particulier de la phagocytose. Alors que tous les auteurs constataient simplement l'englobement des corps étrangers par les leucocytes, METCHNIKOFF fait remarquer que pendant les premières heures qui suivent l'injection de sang, les macrophages n'englobent pas les hématies, mais s'accolent simplement à leur surface, et les échancrent par une fine dentelure de filaments cytoplasmiques. C'est là une observation cyto-physiologique qu'il nous a paru intéressant de confirmer, car je crois que jusqu'ici elle est restée unique. Cependant, VAN REES représente la phagocytose d'une fibre musculaire d'Insecte par les leucocytes, qui envoient dans l'élément en voie de destruction de longs pseudopodes grêles. Mais étant donné l'état actuel de la question des métamorphoses, il nous semble prudent de ne pas nous arrêter plus longuement aux observations de VAN REES, car il n'est même pas certain qu'il ait eu affaire à des phagocytes.

MATÉRIEL ET TECHNIQUE. — Je coupe des fragments de queues à de jeunes têtards de *Rana temporaria* encore dépourvus de pattes. Ces fragments sont introduits dans les sacs lymphatiques dorsaux de *R. temporaria* adultes. Quatre jours après l'opération, j'ai examiné les animaux, sacrifiant les Grenouilles à des intervalles réguliers (un jour).

La technique employée a été la suivante :

1° Examen de lymphe provenant du sac lymphatique dorsal. Cette lymphe prélevée à l'aide d'une pipette, était portée sur une lame porte-objet et fixée à la chaleur. Ensuite, coloration à l'hématoxyline ordinaire et à l'éosine.

2° Les fragments de queues retrouvés dans les sacs lymphatiques dorsaux furent fixés au sublimé, puis débités en coupes. Les coupes furent colorées par l'hématoxyline ferrique et l'éosine.

Par cette double technique, nous croyons avoir éloigné de nos préparations tout artefact qui aurait pu nous conduire à une fausse interprétation.

OBSERVATIONS. — L'examen de la lymphe des deux premières Grenouilles nous montre que les premiers éléments, provenant de la queue des têtards, et qui sont en rapport avec les phagocytes leucocytaires, sont les cellules épithéliales.

La figure I nous montre une cellule épithéliale entourée de quatre phagocytes. Ce sont des leucocytes polynucléaires. L'un de



Fig. I

ces phagocytes, situé en haut et à droite, est réuni à la cellule épithéliale par de fins prolongements cytoplasmiques.

Dans la figure II ont voit très nettement les fins prolongements

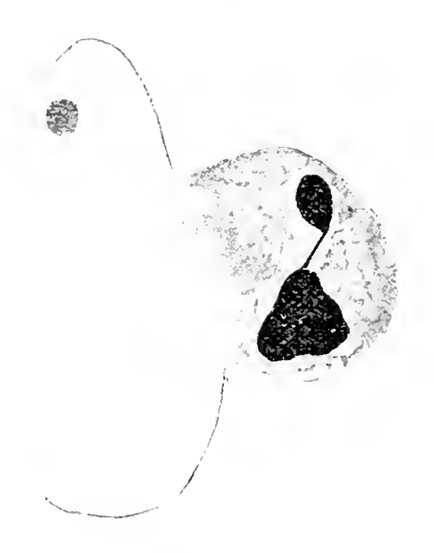


Fig. II

d'un leucocyte échancrer un corps cellulaire. En effet, à leur niveau, la membrane cellulaire est nettement interrompue.

Metchnikoff n'a pas constaté, à ce stade, d'inclusions à l'intérieur des leucocytes. Il en est de même de Pérez lors de la destruction des muscles thoraciques larvaires de la Fourmi ; ce qui fait admettre par cet auteur, que la nutrition des phagocytes se fait par digestion progressive d'inclusions minimes.

La figure III ne semble pas favorable à cette observation. En effet, nous avons ici un leucocyte en rapport avec une cellule epithéliale

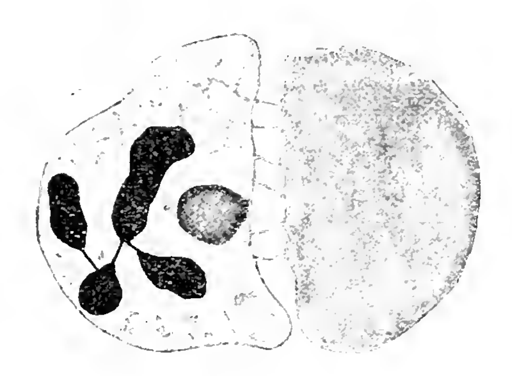


Fig. III

par de fins prolongements cytoplasmiques. Ce leucocyte renferme une inclusion sphérique assez volumineuse. Mais il n'est pas prouvé qu'elle n'existait pas dans le phagocyte antérieurement à

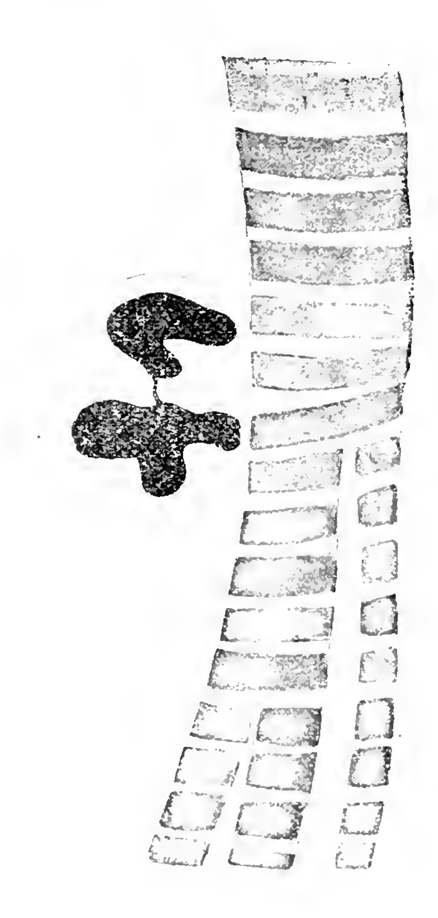


Fig. IV

l'englobement. Par contre, si elle provient réellement de la cellule épithéliale, on peut expliquer son englobement d'une façon assez

simple. Il semblerait que les prolongements cytoplasmiques sont des pseudopodes du leucocyte, pseudopodes qui pénètreraient assez loin dans le corps étranger. Mais que deux de ces prolongements viennent à se rencontrer, un fragment de la cellule attaquée sera détaché et se trouvera ainsi incorporé dans le phagocyte.

La figure III demande à être interprétée. En effet, il semble que les prolongements cytoplasmiques appartiennent non pas au pha-



Fig. V

gocyte, mais à l'élément phagocyté: cet aspect est vraisemblablement dû à la fixation par la chaleur, qui détermine une rétraction des pseudopodes.

Mais où la pénétration des pseudopodes ne laisse plus de doute, c'est dans le cas où l'élément phagocyté est une fibre musculaire. C'est dans le sac lymphatique dorsal d'une Grenouille, dans lequel

séjourne un fragment de queue de têtard depuis dix jours, que nous trouvons des fibres musculaires attaquées par les phagocytes.

La figure IV donne une idée de la façon dont se fait cette attaque. Ici, la pénétration des filaments cytoplasmiques est bien mise en évidence par l'écartement des disques qui, de ce fait, deviennent obliques les uns par rapport aux autres.

Les résultats obtenus par cette première méthode de fixation sont entièrement confirmés par la méthode des coupes. La figure V représente la coupe transversale d'une fibre musculaire en partie détruite. Dans un vaste espace se trouvent trois phagocytes; deux d'entre eux sont en rapport avec la substance musculaire par de fins prolongements cytoplasmatiques. Notons que ces phagocytes ne présentent pas d'enclaves.

Conclusions. — Cette série d'observations vient non seulement confirmer le fait signalé par Metchnikoff, mais elle lui donne aussi un caractère de généralité. En effet, mes expériences ont porté sur la Grenouille, c'est-à-dire sur un Vertébré très différent du Cobaye; et, d'autre part, le matériel phagocyté : fibres musculaires et cellules épithéliales comprend des éléments bien différents entre eux et différents des hématies de l'Oie sur lesquelles avait expérimenté Metchnikoff.

BIBLIOGRAPHIE

1895. Cuénot. Etudes physiologiques sur les Crustacés décapodes (*Arch. de Biologie*, t. XIII).

1895. Delamare. Traité d'anatomie humaine de Poirier, t. II, Lymphatiques.

1892. Metchnikoff. Leçons sur la Pathologie comparée de l'inflammation. Paris.

1899. Metchnikoff. Etudes sur la résorption des cellules (*Ann. Inst. Pasteur*, 13).

1903. Pérez. Contribution à l'étude des Métamorphoses (*Bulletin scientifique de la France et de la Belgique*, t. 37).

1888. Van Rees. Beiträge zür Kenntniss der inneren Metamorphose von *Musca vomitaria* (*Zool. Jahrb. Spengel. Anat.*, 3).

XXIII

BIBLIOTHÈQUE DU LABORATOIRE ARAGO [1]

MÉMOIRES ET VOLUMES ISOLÉS

L (*Suite*)

LÜTKEN (C.). — *Antipathes artica* en ny Sortkoral fra Polarhavet, Copenhague, 1871.

LÜTKEN (C.). — En Art fra Nutiden af den miocene Koralslægt *Cladangia : C. exusta* (Stp. in sched.), Kjobenhavn, 1873.

LÜTKEN (C.). — Ophiuridarum novarum vel minus cognitarum descriptiones nonnulæ, Copenhague, 1874.

LÜTKEN (C.). — Til Kundskab om to arktiske Slægter af Dybhavs-Tudsefiske : *Himantolophus* og *Ceratias*, Copenhague, 1878.

LÜTKEN (C.). — Fortsatte Bidrag til Kundskab om de arktiske Dybhavs-Tudsefiske, saerligt Slaegten *Himantolophus*, Copenhague, 1887.

LÜTKEN (C.). — Bidrag til Kundskab om Arterne af Slægten *Cyamus* Latr. eller Hvaleusene, Copenhague, 1893.

LWOFF (B.). — Die Bildung der primären Keimblatter und die Entstehung der Chorda und des Mesoderms bei den Wirbelthieren, Moscou, 1894.

LYMAN (T.). — Mode of forking among Astrophytons, Boston, 1877.

LYMAN (T.). — A preliminary list of the known genera and species of living *Ophiuridæ* and *Astrophytidæ*, Cambridge U. S. A., 1880.

LYMAN (T.). — A structural feature hitherto unknown among Echinodermata found in Deep-Sea Ophiurans, Boston. 1880.

M

MACÉ (E.). — Des Trématodes parasites des Grenouilles, Morlaix, 1880.

MAC FARLAND (F.-M.). — The Hopkins seaside Laboratory, Rochester.

MAC INTOSH (W.-C.). — Observations and experiments on the *Carcinus mænas*, London, 1861.

MAC INTOSH (W.-C.). — The life-history of a marine Food-Fish, London, 1889.

MAC INTOSH (W.-C.). — Additional observations on the development and life histories of the marine Food-Fishes, and the distribution of their ova, Edinburgh, 1891.

MAC INTOSH (W.-C.). — A brief sketch of the scottish Fisheries, chiefly in their scientific aspects, during the past decade, 1882-1892, Dundee, 1892.

[1] Voir NOTES ET REVUE, [3] Tome IX, nos 2, 3, 4, 5. [3] Tome X, nos 2, 3, 6, 7. [4] Tome I, nos 1, 2, 5, 8, 9. [4] Tome II, nos 2, 4, 7, 8, 11. [4] Tome III, nos 1, 2, 4, 5 et 7.

Mac Intosh (W.-C.). — The pelagic fauna of the bay of St Andrews, Glasgow, 1893.

Mac Intosh (W.-C.). — Fish cultural investigations at St Andrews marine laboratory, Scotland, Washington, 1894.

Mac Intosh (W.-C.). — Contributions to the life-histories and Development of the food and other Fishes, Glasgow, 1896.

Mac Intosh (W.-C.). — On trawling and trawling investigations, Banff, 1899.

Mac Intosh (W.-C.). — The Saint Andrews marine laboratory under the Fishery Board for Scotland.

Mac Intosh (W.-C.). — On the « Yellow Fins » of the Allan-Water.

Mac Intosh (W.-C.). — Reports from the Fishery Board's marine station at St Andrews. Glasgow.

Macquart. — Histoire naturelle des Insectes diptères. 2 vol, in-8 en atlas. Paris, 1834-1835.

Macquart (J.). — Diptères exotiques nouveaux ou peu connus. 8 vol., Paris, 1838-1851.

Macquart (J.). — Les arbres et les arbrisseaux d'Europe et leurs Insectes, Lille, 1852.

Macquart (J.). — Les plantes herbacées d'Europe et leurs Insectes, Lille, 1856.

Maggi (L.). — Primo elenco degli Infusory della lanca di S. Lanfranco, Pavie, 1875.

Magitot (E.). — Des lois de la dentition chez les Vertébrés, Paris, 1883.

Magnani-Ricotti (G.). — La pesca marittima in Italia, Rome, 1899.

Magnani-Ricotti (G.). — Le condizioni della pesca in Italia, Rome, 1900,

Maisonneuve (P.). — Traité de l'ostéologie et de la myologie du *Vespertilio murinus*, Paris 1878.

Malaquin (A.). — Recherches sur les Syllidiens, Lille, 1893.

Malmgren (A.-J.). — Nordiska Hafs-Annulater, Stockholm, 1865.

Malmgren (A.-J.). *Annulata polychæta* Spetsbergiæ, Grœnlandiæ, Islandiæ et Scandinaviæ, hactenus cognita, Helsingfors, 1967.

Man (J.-G. de). — Die Einheimischen, frei in der reinen Erde und im süssen Wasser lebende Nematoden, Leiden, 1879.

Paru le 20 Août 1905.

Les directeurs :

G. Pruvot et E.-G. Racovitza.

Eug. Morieu, Imp.-Grav., 140, Boul. Raspail Paris (6e) Téléphone 704-75

ARCHIVES

DE

ZOOLOGIE EXPÉRIMENTALE ET GÉNÉRALE

FONDÉES PAR

H. DE LACAZE-DUTHIERS

PUBLIÉES SOUS LA DIRECTION DE

G. PRUVOT
Chargé de Cours à la Sorbonne
Directeur du Laboratoire Arago

ET

E. G. RACOVITZA
Docteur ès sciences
Sous-Directeur du Laboratoire Arago

4e Série T. III. **NOTES ET REVUE** *1905. N° 9.*

XXIV

Y A-T-IL DES ŒUFS ALTERNATIVEMENT PARTHÉNOGÉNÉTIQUES ET FÉCONDABLES ?

par C. Viguier

Station zoologique d'Alger.

Il n'est pas besoin de dire que des œufs parthénogénétiques peuvent être fécondables. On le sait de reste ; et j'ai moi-même rappelé quel était alors l'état de nos connaissances à cet égard, en exposant mes observations personnelles. (Variations de la Parthénogénèse, etc. — *Ann. des Sc. Nat.*, 1903.)

La question est si un seul et même œuf peut passer *successivement* par l'état exclusivement fécondable et par l'état plus ou moins exclusivement parthénogénétique.

Cette idée m'est attribuée par M. Loisel qui, dans sa *Revue annuelle d'Embryologie* (N° du 30 Avril de la *Revue Générale des Sciences*), a consacré quelques passages au mémoire ci-dessus.

Je n'aurais qu'à remercier M. Loisel du ton courtois de ses appréciations et de ses critiques, si elles ne donnaient de mes vues sur ce point particulier une interprétation fort différente de ce que je pense en réalité, et qui se rapproche beaucoup, sinon entièrement, de ce qu'il pense lui-même.

On lit, p. 124 de mon mémoire :

« Si nous ne sommes pas renseignés sur l'évolution définitive « de nos Oursins, nous voyons du moins clairement que, pendant « le cours d'une même saison, les œufs passent par les états que « voici :

« 1° Même quand ils semblent mûrs, ils ne donnent, par fécon- « dation, que des larves qui s'arrêtent plus ou moins tôt ;

« 2° Fécondés, ils donnent des larves qui semblent parfaites ; « et, sans fécondation, ils ne donnent rien ;

« 3° Fécondés, ils donnent des larves parfaites ; et, parthénogé- « nétiquement, des larves moins avancées ;

« 4° Ils se développent à peu près de même dans les deux cas ;

« 5° Les fécondés sont arrêtés, ou en retard sur les parthénogé- « nétiques.

« Si je n'ai pas encore pu déterminer les conditions précises de « ces changements, leur apparition successive nous montre que les « œufs passent par l'état fécondable *avant* d'arriver à l'état parthé- « nogénétique] ; et, quand les conditions deviennent défavorables, « c'est la parthénogénèse qui disparait la première, la possibilité « de fécondation demeurant encore, puis disparaissant à son tour. »

M. Loisel, après avoir fort exactement indiqué mes vues au sujet des variations de la température, m'attribue à tort cette idée : « Pour ce qui concerne l'âge, ce seraient les œufs les plus âgés qui « jouiraient de la faculté de se développer normalement sans « fécondation. »

Il ne cite textuellement que la portion de phrase que j'ai mise ci-dessus entre [] ; et présente ainsi tout le reste de ce passage :

« Du reste tous les œufs d'un Oursin ne se comportent pas de la « même façon :

« 1° Les uns, même mûrs, ne donnent par fécondation que des « larves non viables ;

« 2° D'autres ne donnent des larves viables qu'après fécondation ; « sans l'action du spermatozoïde, ils ne donnent rien ;

» 3° D'autres ne donnent des larves qu'après avoir été fécondés ;

« parthénogénétiquement, ils donnent des œufs moins avancés[1];

« 4° D'autres donnent les mêmes larves viables, qu'ils soient « fécondés ou non ;

« 5° D'autres enfin ne se développent bien que parthénogéné- « tiquement; fécondés, ils sont retardés dans leur évolution. »

Avec cette nouvelle rédaction, il semble qu'il s'agisse d'œufs provenant d'un seul et même animal, présentant ainsi, à une même époque, toutes les différences qui se manifestent, comme je l'ai dit, pendant le cours d'une même saison, sur des sujets de même espèce, mais qui n'ont pas été observées sur un seul et même sujet.

M. Loisel n'a évidemment pas saisi la différence; puisqu'il se demande : « L'ordre des changements que donne l'auteur corres- « pond-il bien à l'état physiologique normal des œufs d'Oursin ? « autrement dit, les œufs N° 1 sont-ils toujours des œufs jeunes, « les N° 5 toujours des œufs âgés? »

En disant, p. 127, que ces diverses possibilités « correspondent « sans doute à des variations dans la maturation de l'œuf », je m'empressais d'ajouter : « Mais nous ne savons pas non plus en « quoi consiste ce que nous appelons *maturation* ; et tout ce que « nous pouvons dire c'est que, chez les Oursins du moins, les « divers états se succèdent comme si l'état parthénogénétique « correspondait à l'effet maximum ».

En langage ordinaire, on dit qu'un œuf d'Oursin est *mûr*, lorsqu'il a éliminé ses deux globules polaires.

En ce sens, les œufs sont également *mûrs* dans chacun des 5 cas considérés ; et les « variations de la maturation » ne pouvaient être, pour moi, des états successifs d'un seul et même œuf; mais des états différents auxquels parviennent les œufs d'une même espèce, — alors même qu'ils nous semblent parfaitement identiques.

Je suis d'avis, comme M. Loisel, que ces états correspondent à des différences dans leur nature chimique, et non à des stades dans leur évolution ». Aussi n'ai-je dit nulle part que « les œufs n° 1 sont toujours des œufs jeunes, et les œufs n° 5 toujours des œufs âgés ». Il a donc tort d'ajouter : « Viguier le dit sans le démontrer ».

C'est sans doute la rédaction de la phrase citée plus haut entre [ ] qui a induit mon critique en erreur. Au lieu d'écrire : « les œufs passent par l'état fécondable... etc. », j'aurais dû mettre : « les

[1] Cette dernière phrase est incompréhensible, mais il est evident que M. Loisel a voulu écrire « larve » au lieu d'œuf.

œufs fécondables apparaissent avant les œufs parthénogénétiques... », et modifier en ce sens tout le reste. Mais, justement, la fin, non citée par M. Loisel, de cette phrase, ne me paraissait laisser place à aucune interprétation autre que celle que je pensais lui donner: — sinon, ce serait admettre aussi que l'œuf, devenu d'abord fécondable, puis parthénogénétique, redevient non-parthénogénétique, tout en demeurant fécondable. Et nous n'avons aucune preuve d'une telle variation, qui ne semble guère probable.

Ce passage de ma page 123 était du reste précédé, p. 121, de l'alinéa que voici, et qui ne peut être interprété comme se rapportant à des variations successives des mêmes œufs : « Tout d'abord « les œufs n'atteignent souvent point, du moins dans nos cultures, « l'état de pluteus, même par fécondation, et ne donnent aucun « parthénogénétique. Fréquemment, ensuite, les fécondés donnent « des pluteus, que les témoins ne subissent aucun développement. « Puis, on voit la parthénogénèse se présenter concurremment « avec la fécondation, les fécondés gardant une forte avance. « L'état égal est ensuite atteint, et même dépassé; et nous constatons un retard qui semble quelquefois un véritable arrêt ».

En définitive, j'admets, comme M. Loisel, que les conditions où se trouvent les œufs pendant leur maturation influent sur leur composition chimique.

Qu'à ces différences de composition chimique correspondent des différences de structure, je n'en doute guère; mais que ces différences de structure soient accessibles à nos moyens d'investigation, je ne l'ai jamais cru. Cependant, mon savant ami Edmond Perrier estimait, avec raison, qu'il y avait lieu d'y regarder. L'état de mes yeux ne me permettant pas actuellement des observations microscopiques prolongées, et M. Pettit, l'un de ses élèves, que M. Perrier me donnait pour un bon cytologiste, se déclarant désireux de faire cette étude, je me fis un plaisir de saisir cette occasion.

Je fis remettre à M. Pettit, qui m'en accusa réception le 3 mars 1904, des œufs de *Toxopneustes lividus*, provenant de la même ♀, recueillis simultanément, dont une partie seulement avait été fécondés, et qui montraient tous les états, depuis l'œuf intact, jusqu'à la fin de la première segmentation, parfaitement régulière, les uns *après* fécondation, les autres *sans* fécondation[1]. Je lui offrais aussi

[1] Les fécondés de cette culture arrivèrent à l'état de pluteus; les non-fécondés ne donnèrent rien de régulier au-delà de la première segmentation. Souvent même cette

des préparations analogues de *Sphærechinus*, tout en lui conseillant de commencer par celles qui se prêtaient le mieux à ces recherches. Les noyaux se voyaient fort bien sur ces œufs, fixés par le mélange picro-sublimé-acétique; et j'offrais du reste de faire des préparations avec les réactifs qui me seraient indiqués.

Mais, d'après ce que j'ai pu comprendre, l'objet principal de M. Pettit était, en réalité, de voir par lui-même le matériel que j'avais décrit, et que certains considéraient comme suspect. Ne trouvant pas à y accrocher une critique, il s'est désintéressé de la véritable question, qu'on ne saurait par suite considérer encore comme absolument tranchée.

En tous cas, peu soucieux de collaborer avec un naturaliste qui, jusqu'ici, n'a pas « une bonne presse ». M. Pettit, à qui je faisais demander ses résultats, s'est borné, sans me demander rien autre, à m'écrire le 29 juin : « J'ai le regret de n'avoir pu constater sur les œufs que vous avez bien voulu me communiquer, aucune modification structurale en rapport avec les phénomènes que vous avez décrits ».

Étant allé le voir, au mois de septembre, je lui exposai qu'il serait toujours intéressant de faire savoir qu'il n'avait constaté aucune différence, sauf la célèbre membrane, entre les parthénogénétiques et les fécondés; et lui demandai une brève note, que je publierais sous son nom. Ce jeune savant me répondit que cela ne pouvait s'improviser; que, même pour les quatre ou cinq lignes qu'il me laissait espérer, il avait grand besoin de réfléchir; et qu'il ne pouvait même s'engager à m'envoyer cela pendant mon séjour à Paris. Il réfléchit encore, je pense, le 15 mai; et, renonçant à attendre le résultat de si longues réflexions, je me borne à citer sa lettre.

Voilà pourquoi la question reste en suspens.

Quant à ce que dit M. Loisel au sujet du point de départ de l'évolution ontogénétique, j'ai fait précisément observer (p. 122), que les Oursins sont remarquables par l'apparition graduelle de la parthénogénèse, tandis que ce phénomène apparaît d'emblée chez les autres types que nous connaissons; mais que, lorsque les circonstances deviennent défavorables, la parthénogénèse disparaît la pre-

première segmentation, qui ne s'observait que sur un petit nombre des œufs, était déjà irrégulière. Ce n'est que dans les cas où la parthénogenèse est aussi faible que l'on peut arriver à surprendre ce stade, ordinairement dépassé lorsqu'on s'aperçoit du phénomène.

mière, la possibilité de fécondation demeurant encore..., etc. C'est la fin de la phrase citée plus haut entre [ ], fin que n'a pas reproduite M. LOISEL, qui ramène le deuxième cas des Oursins à celui des parthénogénétiques saisonniers. Cela est expliqué pages 121 et 122 de mon mémoire; et je me réfère encore à ce sujet, p. 124, à un travail de Nathansohn sur les variations de la parthénogénèse chez les *Marcilia*, longuement analysé pages 113 et suivantes.

Les deux critiques de M. LOISEL reposent donc uniquement sur des malentendus; et je suis heureux qu'il me fournisse l'occasion de m'expliquer plus nettement, puisqu'il a pu s'y tromper, et que nous sommes d'accord sur le fond.

Alger, le 15 mai 1905.

XXV

LA RÉSISTANCE A LA CHALEUR DES ÉBAUCHES ET DES PRODUITS SEXUELS DE *RANA FUSCA*

par E. BATAILLON

Professeur à la Faculté des Sciences de Dijon.

Dans un important mémoire publié en 1898, O. HERTWIG[1] se propose de fixer les limites de température compatibles avec une évolution complète chez *Rana fusca* et chez *Rana esculenta*. De la durée de cette évolution dans les divers cas, il dégage l'action de la chaleur sur les processus chimiques, le travail d'élaboration restant théoriquement le même dans les conditions fixes qu'il fait intervenir.

Mon point de vue est différent et exige une autre méthode. J'use de températures incompatibles avec le développement complet, au moins aux stades initiaux. Les durées variables d'exposition et la comparaison des évolutions ultérieures dans le milieu normal pourront fournir des indications utilisables sur les oscillations physiques du substratum aux divers âges.

Un point de repère valable jusqu'à la fermeture du blastopore,

[1] O. HERTWIG. Über den Einfluss der Temperatur auf die Entwickelung von *Rana fusca* und *Rana esculenta*. *Archiv. f. Mik. Anat.* Bd. 51, 1898.

c'est l'apparition en masse des anomalies classiques, identiques à celles qu'on obtient avec les solutions salines ou sucrées.

Avant le premier sillon, on constate déjà des différences de résistance. Au bout de trois heures (pour une température extérieure de 18°) l'œuf est plus sensible que dans les premiers instants qui suivent l'imprégnation. Il ne supporte pas 29° pendant une heure : et déjà avec une demi-heure on enregistre en quantité dans les jours qui suivent : stéréoblastulas, gastrulations équatoriales, ébauches à hernies. Le même traitement appliqué peu après l'addition spermatique aboutit à l'évolution régulière.

Après la division en deux, la résistance revient à ce qu'elle était après l'imprégnation. Il faut une heure à 29° pour entraîner les mêmes troubles. Aux stades 8 et 24, les matériaux fécondés ne supportent pas encore 32°, même une demi-heure.

Le deuxième jour, la morula grossière tolère bien 32° pendant deux heures. Même avec trois heures on obtient encore des ébauches normales.

La morula du troisième jour peut être portée à 36° pendant un quart d'heure : une demi-heure nous donne la gastrulation équatoriale.

Au stade du bouchon d'Ecker, on obtient dans les mêmes conditions et même après une heure à 36° un retard dans l'apparition des bourrelets, retard qui oscille entre douze et vingt-quatre heures.

A partir de la fermeture du blastopore, le développement se montre régulier mais considérablement accéléré à la *température permanente* de 34°.

Il faut signaler encore, au moment où se dessinent les bourrelets une recrudescence de sensibilité. Les œufs sont tués après une heure à 36°.

La résistance à la température va donc croissant au cours du développement embryonnaire. Elle s'accuse surtout vers la fermeture du blastopore. J'enregistre deux oscillations remarquables : l'une antérieure au premier clivage, l'autre correspondant à l'hydratation des ébauches au soulèvement des bourrelets. Ce deuxième point critique émerge mieux encore si l'on suit la destinée de certains embryons dont la différenciation a été ralentie à la suite d'un chauffage à 36°, au stade du bouchon d'Ecker (voir ci-dessus).

Lorsque le blastopore est clos, lorsque le tube nerveux lui-même

s'est constitué et que la région céphalique se modèle, la masse vitelline affaiblie ne résiste pas à l'hydratation passive et se comporte, quoique incluse dans les feuillets externes, comme l'hémisphère végétatif dans les cas de blastopore équatorial. Ces larves, distendues, hydropiques, se désagrègent au bout de quelques jours. C'est un exemple nouveau de ces modifications stables, dont les effets s'accusent à une étape plus ou moins éloignée du développement ; modifications que j'ai signalées déjà pour les solutions plasmolysantes[1] qui viennent de ressortir sur les œufs chauffés avant la segmentation, et que nous allons retrouver en expérimentant isolément sur les produits sexuels initiaux.

On sait[2] que les œufs fécondés résistent mieux aux solutions plasmolysantes que les œufs vierges.

Et de cette résistance, j'ai suggéré deux raisons : le plasma imprégné est plus concentré ; et, d'autre part, la gangue hydratée ralentit les transports moléculaires entre le milieu intérieur et le milieu extérieur. La chaleur étant, elle aussi, un facteur parthénogénésique, il est curieux de relever ici un *rapport inverse*. J'use pour la parthénogénèse expérimentale d'une exposition d'une demi-heure à 35°. Or, au début de son évolution, l'œuf fécondé ne tolère pas 30°, même pendant un quart d'heure.

Voici de nouvelles expériences. Je lute à la paraffine dure, entre deux verres de montre, soit des œufs utérins, soit du sperme pris dans les réceptacles séminaux. Ces récipients sont immergés dans une grande masse d'eau portée à une certaine température.

Après une heure à 32°, le sperme refroidi est versé sur les œufs également refroidis. La fécondation est parfaite et l'évolution régulière.

Après une demi-heure à 34°, le résultat est encore positif, mais on obtient toutes les formes d'anomalies classiques.

Au bout d'une heure à 34°, l'opération ne réussit plus ; mais le sperme féconde parfaitement les œufs normaux.

Un séjour de deux heures à 36°, immobilise les spermatozoïdes ;

[1] Là, il s'agit incontestablement d'équilibre osmotique comme le prouve l'expérience suivante : Des œufs de *Rana fusca* sont immergés pendant huit heures dans une solution de sucre à 11 %, puis on les porte par moitiés dans l'eau ordinaire et dans l'eau distillée. Dans l'eau ordinaire il n'y a pas 1/10 d'anomalies ; dans l'eau distillée on n'observe pas une seule évolution régulière. On sait que les œufs d'amphibiens évoluent très bien dans l'eau distillée aérée.

[2] E. BATAILLON. Études expérimentales sur l'évolution des Amphibiens. Les degrés de maturation de l'œuf et la morphogenèse. *Arch. f. Entw. Mech. XII, p. 630.*

mais au bout d'une heure ils sont encore agiles et capables d'imprégner un stock mûr dans les conditions ordinaires.

L'œuf vierge résiste donc mieux que l'œuf fécondé, comme le prouvaient déjà les expériences de parthénogénèse expérimentale. Ici encore on peut faire intervenir des considérations d'ordre physique.

Si l'on étudie le pôle inférieur des œufs imprégnés immobilisés par la chaleur (un quart d'heure dans l'eau à 35°) la répartition du pigment marque des troubles profonds et comme des déchirures qu'il est permis de rapporter à une turgescence excessive, à une hydratation passive : cette hydratation, les œufs vierges ne la subiraient pas au même degré.

Les anomalies constatées dans ces développements expérimentaux relèvent d'une modification permanente du plasma ovulaire, dont les effets se précisent ultérieurement : on ne saurait en aucun cas incriminer le spermatozoïde.

Le sperme, pris dans les réceptacles séminaux, résiste mieux à la chaleur que les œufs pris dans les dilatations utérines.

XXVI

SUR LES TUBES DE POLI DE *SIPUNCULUS NUDUS* (L.)

(Note préliminaire)

par F. Ladreyt

A l'œsophage de *Sipunculus nudus*, sont accolés deux tubes, l'un dorsal, l'autre ventral, limités en avant par le sinus péribuccal dans lequel ils se jettent, en arrière par le début de la spire intestinale où ils se terminent en cæcum. Une étude attentive de ces formations, auxquelles on a donné le nom de « Tubes de Poli » m'a permis de préciser :

1° Leur structure, trop schématiquement décrite par les auteurs;

2° Leurs fonctions, qui paraissent avoir été méconnues par les naturalistes qui se sont occupés de la biologie des Siponcles.

Typiquement, les tubes de Poli sont constitués par une zône conjonctivo-musculaire que tapissent, extérieurement et intérieurement, un épithélium dont certains éléments sont ciliés. La zône

moyenne est formée par des bandes de tissu conjonctif fibrillaire, d'épaisseur variable : c'est une agglomération de rubans fibreux, s'entrecroisant plus ou moins obliquement pour constituer une sorte de feutrage dont l'ensemble représente un véritable tissu lacunaire dans les mailles duquel se trouve un protoplasme granuleux renfermant de nombreux noyaux. Cette structure caractérise la première moitié des tubes de Poli ; dans cette région, leur lumière est occupée par des globules sanguins à divers stades de leur évolution et par des urnes vibratiles [1].

Dans leur région postérieure, les tubes de Poli présentent une structure toute différente et, comme corollaire, un contenu n'ayant que de lointaines analogies aves celui de la région antérieure.

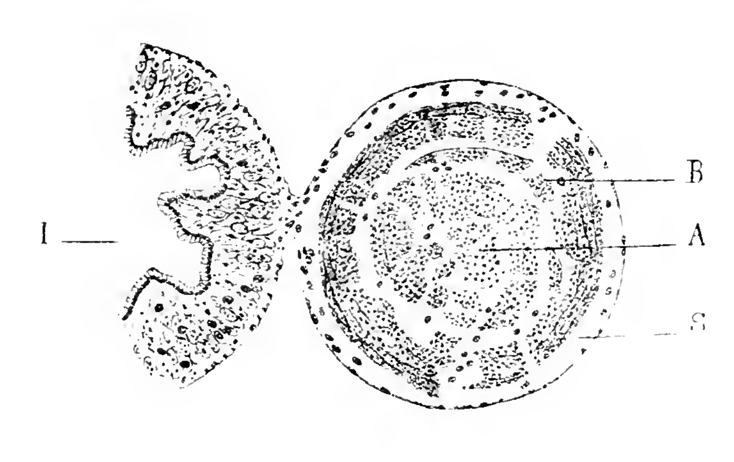


Fig. 1

Fig. 1. — Coupe transversale du tube ventral. (Région postérieure.) × 60.
I : œsophage.

Tube ventral

Sur une coupe passant par son extrémité postérieure, nous distinguons les régions suivantes :

1° Une masse centrale plus ou moins lobée (zône A) ;

2° Une formation compacte sous pariétale (zône B) ;

3° Un sinus (S) ;

4° La paroi du tube de Poli.

Zône A. — Cette formation est constituée par des éléments de nature et de valeur très différentes : elle est caractérisée par la dégénérescence complète de ses diverses parties.

[1] Dans le présent travail, je ne parlerai pas des urnes vibratiles, n'ayant rien de nouveau à signaler depuis la note que M. le professeur Giard a bien voulu présenter en mon nom à l'Académie des Sciences.

Nous trouvons dans cette zône :

1° Des vésicules hyalines, réfringentes, disposées par groupe de 2, 3, 4 ou plus, autour d'un noyau plus ou moins dégénéré (*C*). Elles donnent naissance à des formations assez semblables à ce que, chez les Insectes, VIALLANES a décrit sous le nom de « Boules à noyaux » (Körnchenkugeln, des Allemands). Dans cette région, elles représentent le terme ultime de phénomènes de phagocytose : les vésicules hyalines sont des hématies phagocytées, et le noyau dégénéré correspond à l'élément nucléaire du phagocyte en régression :

2° Des vésicules plus petites résultant de la fragmentation des précédentes :

3° Des noyaux à divers stades de régression : les uns volumineux en karyorhexis, les autres atrophiés, en pycnose :

4° Des fibres conjonctives, disloquées, fragmentées, dont j'ai pù suivre les divers stades de dégénérescence : la fibre s'hypertrophie légèrement et son protoplasme se porte à la périphérie; elle se fragmente donnant ainsi naissance à des histolytes très nombreux. Je n'ai jamais observé d'intervention phagocytaire dans la dégénérescence des éléments conjonctifs et je crois que nous sommes en présence d'un phénomène de lyocytose ;

5° Des granulations brunâtres que les réactions de la Murexide et de Gorup-Besanez me permettent de considérer comme des amas d'acide urique ayant leur origine dans la métamorphose régressive des noyaux conjonctifs, hématiques et phagocytaires. Nous savons, en effet, que l'acide nucléique fournit en se décomposant des produits de la série pyrimidine présentant les plus grandes affinités, surtout par la Xanthine ($C^5H^4Az^4O^2$) avec l'acide urique ($C^5H^4Az^4O^3$). Ce dernier correspondant simplement à un degré plus élevé d'oxydation.

ZÔNE B. — Cette région ne se distingue de la précédente que par la dégénérescence moins avancée de ses éléments. Nous retrouvons dans cette zône le réseau conjonctif que j'ai signalé dans la région antérieure des tubes : mais cette formation et les éléments qu'elle renferme (hématies anucléées, noyaux phagocytaires, boules à noyaux), présentent des phénomènes très nets de dégénérescence.

SINUS PÉRIPHÉRIQUE. — Dans cette région se trouvent quelques-uns des éléments normaux du liquide cœlomique. Mais ce qui domine, ce sont les éléments phagocytaires si caractéristiques du Siponcle et

les hématies anucléées dont la régression est liée à des phénomènes de karyorhexis et de pycnose sur lesquels je n'insisterai pas. Les hématies anucléées deviennent le but vers lequel converge l'activité des phagocytes qui, englobant ces éléments donnent naissance aux « boules à noyaux », que j'ai décrites. Plus tard, les hématies phagocytées se fragmentent en petites vésicules ; nous avons rencontré un très grand nombre de ces éléments dans la zône A ; d'autre part, le phagocyte, après avoir englobé un certain nombre d'hématies,

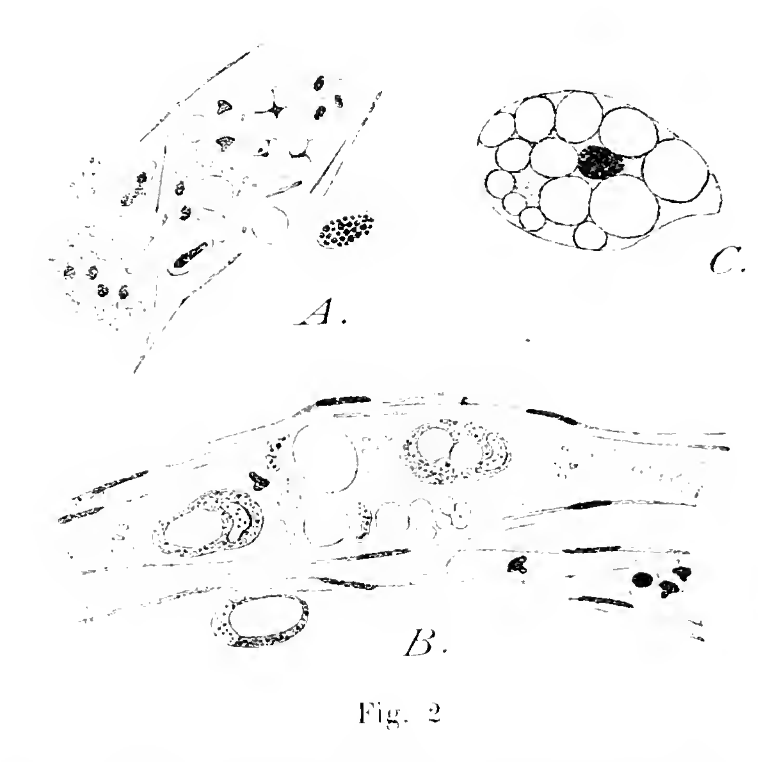


Fig. 2

Fig. 2. — A, Éléments dégénérés de la zône A. B, Éléments de la zône B. C, Amas phagocytaire, × 800.

dégénère à son tour, son noyau subit l'atrophie caractéristique de la régression par pycnose que j'ai signalée à propos des noyaux épars dans les amas de petites vésicules.

Paroi du tube. — Elle est réduite à son maximum de simplicité. La zône conjonctive est simplement représentée par quelques fibres d'une excessive ténuité, courant, sans s'anastomoser, parallèlement aux épithéliums limitant du tube.

Tube dorsal

Soit une coupe passant par la région postérieure. Ce qui attire tout d'abord l'attention de l'observateur, c'est l'allure particulière que revêt la zône conjonctive. En effet, dans cette région, la couche

moyenne prolifère avec une grande intensité vers le centre de l'organe et donne naissance à un amas compact formé par une trame conjonctive dont les éléments fibrillaires délimitent des mailles d'une grande régularité. L'ensemble de l'organe constitue une glande close. C'est du reste sous ce nom que l'a étudiée MÉTALNIKOFF, mais le schéma très vague qu'il en donne est insuffisant et inexact.

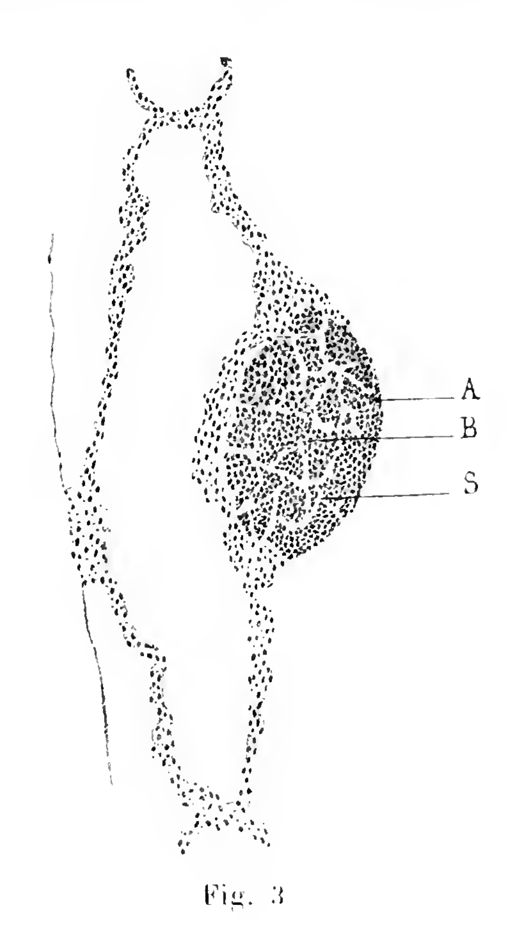


FIG. 3. — Coupe longitudinale du tube dorsal et de la glande, × 350.

Cet organe présente deux parties d'inégale valeur :

1° Une région antérieure, lymphogène;

2° Une région postérieure, excrétrice.

RÉGION LYMPHOGÈNE. — Dans cette région, nous avons à étudier :

1° L'enveloppe péritonéale;

2° La paroi de la glande, formation empruntée au tube de Poli (zône A);

3° Un sinus (S.);

4° La substance propre de la glande (zône B) reliée à la paroi glandulaire par des travées conjonctives et sillonnée par des espaces assez irréguliers, sur lesquels je reviendrai.

L'enveloppe péritonéale n'offre aucune particularité intéressante, aussi ne la décrirai-je pas.

Paroi de la glande. Pour avoir une connaissance suffisante de sa structure, il est nécessaire de l'étudier du côté de la lumière du tube et du côté cœlomique.

Du côté de la lumière du tube, la zône conjonctive est très développée; ses éléments fibrillaires délimitent des mailles très régulières où se trouvent des éléments d'inégale valeur. Ce qui caractérise surtout cette région, c'est une abondance fort grande de noyaux dont j'ai pu distinguer deux types essentiels :

1° Noyaux ovalaires, mesurant 5 µ à 5 µ, 5, à chromatine disposée sous forme de granulations volumineuses centrales et de grains plus petits, périphériques ;

2° Noyaux arrondis, dont le diamètre varie entre 2 µ, 5 et 3 µ; même disposition chromatique que dans les noyaux précédents. Ces éléments résultent de la division des grands noyaux ovalaires, division dont j'ai pù suivre toutes les phases, depuis le simple sillon à peine indiqué à la surface du noyau jusqu'au profond étranglement qui le divisent en deux moitiés entièrement séparées.



Fig. 4

Fig. 4. — *Glande du tube dorsal.*
Éléments de la région lymphogène périphérique. × 1000.

A côté de ces éléments, se trouvent certaines formations constituées par une masse de protoplasme légèrement verdâtre, entourant un noyau volumineux : ce sont des lymphocytes. Ils possèdent, au début de leur évolution un corps protoplasmique très réduit (5 µ) et un noyau volumineux (4 µ). Mais j'ai trouvé tous les intermédiaires

(5, 9, 10 μ) entre ces éléments et les amibocytes jeunes (15 à 17 μ). A cette région caractérisée par l'abondance des noyaux en division et le petit nombre de ses lymphocytes, j'ai donné le nom de « région prélymphogène ».

Dans sa partie cœlomique, la zône conjonctive tout entière est transformée en un véritable tissu épithélioïde où dominent les lymphocytes et les amibocytes jeunes (de 5 μ à 17 μ) : c'est la région lymphogène périphérique.

La substance propre de la glande est la région lymphogène par excellence. La masse entière qui constitue cette région est, en dernière analyse, une agglomération de leucocytes (de 10 à 15 μ) : c'est la région lymphogène centrale.

J'ai signalé certains espaces situés dans la substance propre de la glande. Ces formations sont le résultat d'une sorte de délamination qui s'est produite entre les diverses masses constituant cette région. Ces espaces aboutissent au sinus périphérique, et je considère ces cavités comme les voies à travers lesquelles s'effectuent la migration des amibocytes : de là, ils traversent les parois de la glande et gagnent le cœlome.

Région excrétrice. — Cette région est caractérisée par une régression intense de la paroi glandulaire. La zône conjonctive a disparu, excepté du côté de la lumière du canal où se voient encore les vestiges du réseau conjonctif. Dans la lumière de la glande, se trouve une accumulation énorme d'une matière brunâtre si abondante qu'elle dessine, sur la partie postérieure du tube, une bande très large, visible à l'œil nu. Cette bande est constituée par des îlots diversement colorés (jaune ou orangé) d'une matière que diverses réactions (réactions de la Murexide, de Gorup Besanez) me font considérer comme de l'acide urique.

Dans la partie postérieure du tube ventral, j'ai signalé des formations semblables : ces amas s'accumulent dans la lumière du tube, forment une sorte de cylindre et sont rejetés dans le cœlome par une déchirure de la paroi du tube ; de là, ils sont expulsés au dehors par les néphridies (observation de Cuénot chez *Phascolosoma*).

En résumé, les tubes de Poli sont des formations très complexes que je considère comme des organes lympho-rénaux. Ils présentent plusieurs régions différenciées en vue de fonctions déterminées, savoir :

1° Une région hématolytique (partie postérieure du tube ventral) ;

2° Une région lymphogène (partie antérieure de la glande du tube dorsal) ;

3° Une région excrétrice (paroie postérieure de la glande).

De plus, la structure de ces différentes régions est fonction de leur rôle physiologique.

XXVII

NOUVELLES ÉTUDES SUR L'ÉQUILIBRE PHYSIQUE DES OEUFS D'AMPHIBIENS AU COURS DE LA MATURATION

par E. Bataillon

Professeur à la Faculté des Sciences de Dijon.

Il y a quatre ans[1], j'émettais à propos des amphibiens l'hypothèse que l'œuf, au cours de sa maturation, subit des variations de pression osmotique et de turgescence. Ces variations peuvent être traduites par une courbe descendante que le spermatozoïde relève au niveau optimum chez les œufs mûrs, les agents parthénogénésiques réalisant le même effet d'une façon parfaite ou imparfaite, stable ou instable.

Aux faits nombreux qui appuyaient cette manière de voir, je veux ajouter de nouveaux éléments : ils intéressent l'œuf fécondé et l'œuf vierge; ils ont été fournis par deux types : *Rana fusca* et *Bufo vulgaris*.

I. Œufs fécondés de *Rana fusca*. — A. En faveur d'un excès de turgescence, j'avais invoqué le fait que les œufs utérins immatures aboutissent, après imprégnation, à une segmentation troublée, identique à celle des œufs mûrs soumis aux solutions plasmolysantes (Exp. de Loeb, Morgan, Hertwig, Norman, etc.)

Mais je n'avais observé que des ébauches ou bien non cloisonnées, ou bien clivées au pôle animal seulement, et, dans les cas extrêmes, des blastules mobiles évaginées sur un point, rappelant les exogastrulas d'oursins (Herbst). La série était incomplète; et je ne pouvais qu'indiquer, d'après W. Roux, l'anentoblastie et l'asyntaxie relevées sur une *dizaine* d'embryons en dehors de toute intervention.

Dans mes opérations de cette année, *il ne s'agit plus de quelques*

[1] E. Bataillon. Études expérimentales sur l'évolution des Amphibiens. Les degrés de maturation de l'œuf et la morphogenèse. (*Arch. f. Entw. Mech.* Bd. XII. 1901.)

cas isolés. Sur deux stocks utérins incomplets (il y avait encore des œufs dans la cavité générale), la fécondation ne m'a pas permis de suivre une seule évolution régulière.

Arrêts au stade morulaire ou blastulaire, gastrulations équatoriales, hernies vitellines avec tous les degrés d'asyntaxie : c'était exactement la série de formes que j'avais tirées des solutions déshydratantes. Les anides mobiles et immobiles étaient très nombreux, mais les évaginations moins marquées que sur ceux antérieurement décrits.

A propos de ces anides, Morgan[1], plus explicite dans sa citation que je ne l'avais été moi-même, m'a prêté l'observation de cils vibratiles. C'est aujourd'hui seulement que je puis préciser la nature des mouvements d'ensemble et parler de mouvements ciliaires, qui sont très nets au niveau du pôle animal froncé.

B. Dans la règle, les œufs du tiers supérieur de l'oviducte ne donnent pas trace de segmentation. Il y a des exceptions qui correspondent visiblement à des accidents. Une grenouille, désaccouplée à la fin de la période du frai et chez laquelle la descente des œufs restait incomplète, m'a fourni les résultats suivants, après imprégnation artificielle.

Moitié inférieure de l'oviducte : Evolution normale.

Œufs de la cavité générale : Début de segmentation dans quelques cas, avec les cinèses bizarres relevées dans l'evolution parthénogénésique[2].

Ces œufs, surmatures par rapport aux œufs normaux extraits dans les mêmes conditions, *se rapprochent* de ceux de *Bufo* où la maturation est plus précoce. Mais encore une fois, il s'agit de cas isolés et je dois ajouter qu'un lot des mêmes matériaux, non imprégné, ne m'a pas donné dans l'eau une seule segmentation parthénogénésique.

A propos des évolutions abortives, je m'étais demandé si les œufs immatures sont fécondables et réellement fécondés. L'étude des premiers stades m'a montré nettement le pronucleus mâle avec la traînée pigmentaire de copulation. Il ne s'agit donc pas de parthénogénèse; et si l'on se reporte à la série d'arguments que j'ai

[1] T.-H. Morgan. The relation betwen normal and abnormal development of the embryo of the Frog, etc. (*Arch. f. Entw. Mech.* Bd. XV, 1902.)

[2] E. Bataillon. Nouveaux essais de parthénogénèse expérimentale chez les Vertébrés inférieurs. (*Arch. f. Entw. Mech.* Bd. XVIII, 1904.)

donnés, on est amené à incriminer avant tout l'excès de turgescence de l'œuf.

II. Œufs fécondés de *Bufo vulgaris*. — L'émission des globules polaires est plus précoce dans le genre de *Bufo*, et j'ai observé l'an dernier[1] que les œufs de la cavité générale allégés du premier globule entrent en segmentation dans l'eau ordinaire sans avoir été fécondés, attestant ainsi une forte propension à la parthénogénèse. La même avance devait s'observer sur le stock oviducal par rapport au genre *Rana*.

En effet, la grande majorité des œufs de l'oviducte évoluent toujours normalement, après imprégnation.

Les œufs de la cavité générale, imprégnés ou non, ne montrent jamais que quelques divisions.

III. Œufs vierges de *Bufo vulgaris*. — La turgescence des œufs vierges de *Bufo* est beaucoup plus faible que celle des œufs fécondés. Les premiers restent ridés et flétris dans l'eau ordinaire; l'hydratation qui aboutit à la destruction ne commence souvent qu'à la fin du troisième jour.

L'étude expérimentale des œufs de la cavité générale souligne énergiquement encore l'importance de l'équilibre physique. La segmentation parthénogénésique s'observe dans l'eau distillée aérée comme dans l'eau ordinaire. Avec un excédent hypothétique de concentration plasmatique, on conçoit qu'au contact de l'eau distillée, le tonus adéquat à la segmentation soit réalisé plus vite. Mais l'hydratation passive doit enrayer de très bonne heure les processus évolutifs. Avec l'eau ordinaire ou les solutions sucrées faibles, la mise en branle sera plus tardive.

Des œufs vierges de la cavité générale sont donc répartis en quatre lots. Je note parallèlement les résultats obtenus :

1° *Eau distillée*. — La segmentation est générale après cinq ou six heures. Il s'agit d'un ou deux sillons très superficiels et qui s'effacent en un jour;

2° *Eau ordinaire*. — La division est lente et n'apparaît souvent qu'après dix-huit ou vingt heures. Au bout de deux jours, tous les œufs se sont gonflés et ont régularisé leur surface;

3° *Sucre à 2 %*. — La segmentation ne commence que le deuxième jour. A la fin du troisième, l'hydration se manifeste;

[1] E. Bataillon. La segmentation parthénogénésique des œufs immatures de *Bufo* dans l'eau pure. (*C.-R. et Mém. de la Soc. de Biologie*, 7 mai 1904.)

4° *Sucre à 4 %.* — Le clivage commence encore le deuxième jour. Mais bien des œufs n'entrent en mouvement que le quatrième. Les segments sont profondément incisés et même séparés; alors que le matériel de tous les autres lots, largement hydraté, est en pleine désagrégation.

Si les faits qui précèdent parlent énergiquement contre la spécificité des agents chimiques dans la production des troubles primitifs, liés à l'inertie du pôle vitellin, ils paraissent s'adapter strictement à mon hypothèse sur les variations de l'équilibre physique; hypothèse qui encadre les phénomènes classiques de maturation, de fécondation, de parthénogénèse et de tératogénèse.

XXVIII

REMARQUES SUR *EOSPHORA DIGITATA* EHRENBERG ET DESCRIPTION DE SON MALE

par

P. DE BEAUCHAMP

Docteur en médecine.

Au cours des recherches que je poursuis sur les Rotifères, il m'a été donné de rencontrer en assez grande quantité l'*Eosphora digitata* (EHRENBERG 1838) et de pouvoir préciser certains points intéressants de son organisation qui paraissent avoir été laissés de côté ou mal interprêtés par les auteurs, peu nombreux d'ailleurs, s'en étant occupés. Ceci m'engage à publier de suite quelques observations sur le cerveau et l'appareil digestif, sans préjudice d'une étude plus approfondie que je ferai si les matériaux ne me manquent pas. J'y joindrai la description non encore donnée du mâle, remarquable par une organisation moins rudimentaire que de coutume.

Je n'entrerai pas dans l'historique des espèces du genre *Eosphora* qui est actuellement dans une grande confusion, comme d'ailleurs presque tous les genres de Notommatinés, ne connaissant qu'une de ces espèces, mais je tiens à remercier ici M. C.-F. ROUSSELET, de Londres, dont la compétence est universellement reconnue pour tout ce qui touche les Rotifères et qui a bien voulu me communi-

quer des préparations et des renseignements bibliographiques qui m'ont été précieux.

Je renvoie pour l'aspect général de l'animal à la figure de WEBER (**1898**) qui est la plus récente et la meilleure que nous en possédions. Il est pourtant, à l'état d'extension complète, un peu plus allongé que sur celle-ci [1]. Je rappelle aussi simplement qu'*E. digitata* possède, conformément au type général des Rotifères, deux couronnes ciliaires distinctes, au contraire de la grande majorité des Notommatinés, et que la supérieure est interrompue dorsalement par deux tubercules glabres qui portent les yeux accessoires.

Immédiatement en arrière des grandes cellules piriformes, pres-

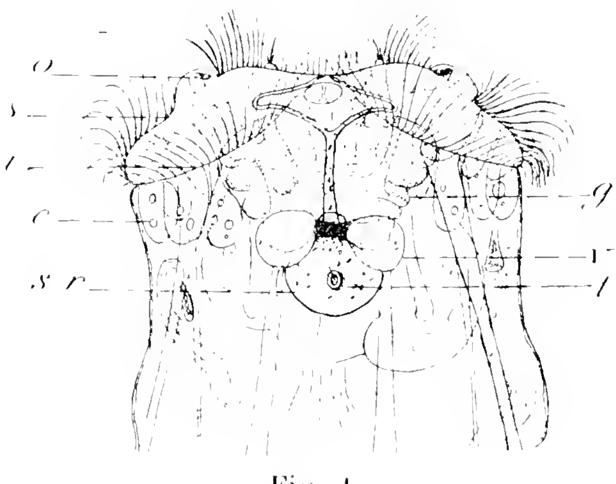


Fig. 1

FIG. 1. — *Eosphora digitata* Ehr. ♀ × 330. Tête face dorsale ; *s*, couronne supérieure ; *i*, couronne inférieure ; *c*, cellules de la couronne ; *g*, ganglion cérébral ; *sr*, sac retro-cérébral ; *v*, vésicules latérales ; *o*, œil accessoire ; *t*, tentacule cervical.

sées les unes contre les autres, qui portent les cils des couronnes, se trouve un complexe qui recouvre la bouche et une partie du mastax et qui a été mal compris jusqu'ici. Il a été décrit comme un cerveau trilobé portant l'œil principal vers son milieu. En réalité, et c'est le point sur lequel je veux insister, la partie postérieure trilobée constitue un appareil annexe du cerveau proprement dit tel qu'il existe chez beaucoup de Rotifères. Le ganglion lui-même forme une masse trapézoïdale comprise entre cette partie et les cellules de la couronne inférieure (*g*). Ses rapports intimes avec

[1] Cela peut tenir à ce que ce Rotifère est extrêmement difficile à bien immobiliser et à anesthésier sans qu'il se contracte partiellement. La cocaïne et le mélange de ROUSSELET dont elle est la base ne donnent que des résultats médiocres. J'ai eu, au contraire, d'excellents résultats avec le nouvel anesthésique de synthèse, la stovaïne, dont personne à ma connaissance ne s'est encore servi dans ce but et qui m'a été précieux pour nombre de formes difficiles.

celle-ci rendent difficile de préciser par transparence sa structure et même ses contours. Le lobe postérieur médian, le plus développé, forme un sac rétro-cérébral ovoïde (*sr*), appliqué à la face inférieure du cerveau et se continuant dorsalement à celui-ci par un prolongement supérieur, tubuleux, qui le contourne et se bifurque au niveau de la couronne postérieure. Les deux branches se portent latéralement vers les ocelles, sans les atteindre, puis reviennent se terminer sur la ligne médiane, au niveau du bord antérieur de la tête, par deux pointes presqu'au contact mais ne s'anastomosant pas. Sac et prolongement ont une paroi cuticulaire, anhiste, que le traitement par l'acide acétique dilué qui éclaircit les cellules voisines met bien en évidence. A la jonction du sac rétro-cérébral et du cerveau, de part et d'autre de la naissance du prolongement dorsal, sont deux vésicules rondes (*v*), un peu plus petites que le premier et qui à l'inverse de lui sont pleines, à paroi non différenciée et paraissent avoir la valeur de cellules. Elles constituent les deux lobes latéraux du complexe cérébral. C'est précisément à la jonction de ces quatre organes, à la face inférieure du cerveau par conséquent, que se trouve l'œil principal formé d'un amas très dense de pigment rouge et qui prend par suite une forme trapézoïdale. Un cristallin existe à son bord supérieur, mais difficile à voir. Tous ces rapports ont été vérifiés par des coupes. Cette structure paraît générale dans le genre *Eosphora*; j'ai pu l'entrevoir sur les préparations d'*E. elongata* communiquées par M. Rousselet et des prolongements du sac inférieur, interprétés à tort comme des nerfs, ont été figurés par Gosse (**1886**) dans *E. aurita* et par Weber (**1898**) dans *E. naïas*.

On sait que chez beaucoup d'espèces du genre *Notommata* et des genres voisins on décrit dans le cerveau une masse noire par lumière transmise, blanchâtre et crayeuse par réflexion, formée d'un amas de granulations réfringentes particulières. Je suis porté à croire qu'elle représente une annexe plutôt qu'une partie intégrante du cerveau; de fait chez *N. torulosa* (Dujardin), la seule que j'aie encore pu étudier à ce point de vue, elle est enfermée dans un sac qui envoie un prolongement supérieur, et sac et prolongement ont avec le cerveau et l'œil, malgré leur forme différente, identiquement les mêmes rapports que je viens de décrire. D'autre part, de semblables granulations se rencontrent aussi chez *Eosphora* dans l'appareil annexe. Chez l'adulte, il n'en existe plus que quel-

ques-unes dans le sac impair; chez le jeune et le mâle, elles sont très développées et forment trois amas (voir fig. 3) : un médian dans le sac juste au-dessus de l'œil dont il cache en partie la couleur rouge (quelques granulations s'engagent d'habitude dans le prolongement supérieur); deux latéraux dans la portion externe des deux vésicules, qui sont complètement claires chez l'adulte. A un faible grossissement on distingue donc trois taches noires rangées transversalement et qui peuvent en imposer pour trois yeux. L'erreur a été commise notamment par Eckstein (1883) et Gosse (1889) qui ont figuré sous le nom de *Triophthalmus dorsualis* Ehrenberg, espèce caractérisée précisément par un cerveau portant trois yeux, une forme qui n'est autre que le jeune d'*Eosphora digitata* avec le caractère que nous venons de décrire. Cette méprise a été faite par d'autres auteurs certainement: l'a-t-elle été par Ehrenberg lui-même, et *T. dorsualis* est-il distinct de la forme jeune d'*E. digitata* (ou d'*E. elongata* qui a le même caractère, comme l'a soutenu Eyferth en 1885)? Sans chercher à trancher la question je dirai que, contrairement à M. Rousselet (*in litt.*), je penche pour l'individualité de l'animal vu et très incomplètement figuré par le vieil auteur, cela pour deux raisons : 1° la taille qu'il lui attribue, en insistant sur le fait que c'est celle des plus grands Rotifères, est de 500 à 700 μ tandis que l'*Eosphora* conservant ses granulations n'a pas plus de 350 μ; 2° il insiste lui-même sur la nécessité de ne pas confondre les yeux de son espèce avec les amas latéraux, comparables à ce que nous avons décrit, et qui existent chez deux espèces de *Notommata* et chez *Otoglena papillosa* qui pourrait bien être le mâle d'*E. digitata* comme nous l'allons voir; enfin il a signalé lui-même la disparition de ces amas avec l'âge chez *Diglena* (*Triphylus*) *lacustris*. Quant à la nature de ces curieuses granulations des Notommatinés, sans en avoir encore fait l'étude microchimique complète, je crois pouvoir avancer qu'elles ne sont nullement calcaires comme on le dit d'habitude. Elles disparaissent d'ailleurs en quelques heures sur les animaux fixés à l'acide osmique et placés dans le formol ou même dans l'eau pure, au moins chez *Eosphora*.

Pour en finir avec les organes des sens nous citerons : les deux yeux antérieurs (*o*), portés par leurs protubérances, formés de taches en général réniformes d'un pigment rouge orangé, homogène, bien différent du pigment carmin et granuleux de l'œil prin-

cipal, et qui peut être plus abondant et former une série de taches entre les deux couronnes; — le tentacule dorsal (*t*), juste superposé au sac rétro-cérébral à l'état d'extension — les deux tentacules lombaires, très réduits, et enfin deux petites papilles sétigères situées au niveau de la couronne supérieure, en dedans des protubérances oculaires.

Le tube digestif présente à considérer d'abord le mastax, légèrement protractile, qui par la dent unique, à peine bifide, de son



Fig. 2

FIG. 2. — *E. digitata* EHR. ♀ × 330. Tête, face ventrale; *u*. uncus; *m*. manubrium, *r*. ramus; *f*. fulcrum; *g*. glandes du mastax; *e*, œsophage; *v*. vitellogène.

uncus (fig. 2, *u*) se montre nettement forcipé, en rapport avec les mœurs carnassières de l'animal qui se nourrit d'autres Rotifères. Ses parties latérales, en connexions paraissant très intimes avec les manubria (*m*), sont deux masses claires (*g*), en forme de virgule à gros bout postérieur, légèrement granuleuses, renfermant plusieurs gros noyaux formés d'une masse chromatique arrondie entourée d'une auréole claire, presque toujours inégalement développées comme nous l'avons figuré — elles ont, en un mot, la structure caractéristique de toutes les cellules glandulaires de Rotifères. Ce sont, en effet, de véritables glandes qui, ventrales pour la plus grande partie par rapport aux manubria, passent en dedans d'eux à la partie supérieure pour venir s'ouvrir dans la cavité; l'enveloppe musculaire commune du mastax les recouvre, mais en restant très mince à leur surface. J'ai retrouvé ces glandes, qui correspondent pour une partie seulement aux formations très hétérogènes

décrites chez les Rotifères sous le nom de glandes salivaires, chez un certain nombre d'autres espèces et j'aurai sans doute occasion de revenir sur leur anatomie comparée.

Le reste du tube digestif présente par moments une apparence qui a induit en erreur Eckstein (1883) chez une espèce voisine : il décrit dans *E. elongata* un conduit d'une seule venue, à parois très minces et ciliées intérieurement, mais auquel sont annexées en plus des glandes gastriques ordinaires — qui n'ont rien de particulier — plusieurs rangées annulaires de grosses glandes sessiles. Comme l'avait supposé Hudson (1889) avec beaucoup de sagacité, cet aspect est dû simplement à ce que l'œsophage et le rectum à parois minces sont très dilatables et semblent souvent se continuer sans différence de calibre avec l'estomac dont les cellules épaisses et chargées de granulations réfringentes prennent alors l'apparence de glandes appliquées aux parois. Ajoutons d'ailleurs que cet aspect particulier n'est pas lié à la distension passive par les aliments et s'observe aussi sur le tube digestif parfaitement vide. Au bord antérieur de l'estomac ses premières cellules ont tendance à s'arrondir et à s'isoler, paraissant s'insérer indépendamment sur l'œsophage; elles correspondent sans doute aux formations décrites dans cette position par Bergendal (1892).

J'ai rencontré un seul exemplaire du mâle d'*E. digitata*, que j'ai pu heureusement fixer et conserver (fig. 3). Il est remarquable par sa dégradation beaucoup moins grande qu'elle n'est habituelle chez les Rotifères; sa forme générale est absolument celle de la femelle et sa taille n'est pas beaucoup inférieure (310 μ contre 415 en moyenne); son aspect est tout à fait celui d'une jeune femelle, d'autant plus qu'il a conservé les amas de granulations de part et d'autre de l'œil qu'elle possède à ce degré de développement. Couronne, cerveau (*c*), pied et ses glandes (*g*), muscles, vessie (*v*), sont exactement semblables; sur les canaux excréteurs (*n*) je n'ai pu compter que trois flammes vibratiles de chaque côté, alors qu'il en existe quatre chez la femelle comme l'a figuré Weber; mais mon observation sur le vivant n'a pas été assez prolongée pour que je puisse affirmer l'absence de la quatrième. Le tube digestif existe, mais en cul-de-sac et sans mastax ; on n'y peut distinguer que deux régions, la première, flanquée juste derrière la couronne de deux masses granuleuses (*m l*) d'apparence glandulaire, la seconde (*e*) à parois uniformément minces, renflée et terminée par deux liga-

ments qui semblent aller se confondre avec les muscles longitudinaux. Ce tube digestif n'est probablement pas fonctionnel; du moins était-il entièrement vide chez mon individu. Les deux masses latérales représentent-elles les glandes gastriques? Il est beaucoup plus probable, étant donné leur forme et leurs rapports, qu'elles correspondent à celles que j'ai décrites dans le mastax. Le testi-

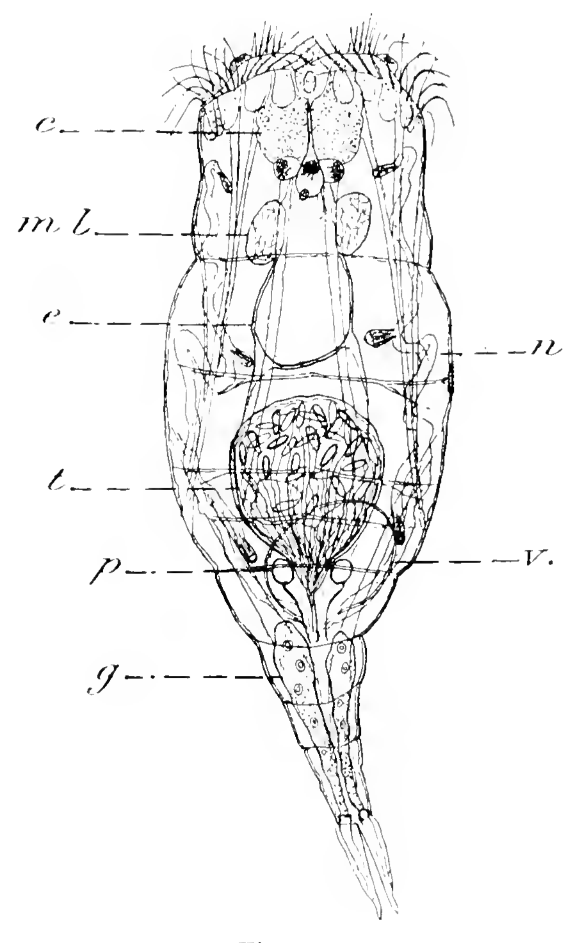


Fig. 3

FIG. 3. — *E. digitata* EHR. ♂ × 270. *c*, cerveau; *m l*, masses latérales de l'œsophage. *e*, estomac; *n*, néphridie; *v*, vessie; *t*, testicule; *p*, prostate; *g*, glandes pédieuses.

cule (*t*) occupe la moitié postérieure du corps; il est globuleux, à parois minces, renfermant de nombreux spermatozoïdes de grande taille qui s'y remuent avec vivacité. De part et d'autre de son canal déférent existent deux petites masses rondes qui sont les glandes annexes dites prostatiques (*pr*). Je n'ai pas vu le pénis évaginé. Je n'ai, bien entendu, pu faire aucune expérience sur la biologie de ce mâle, la fonction du tube digestif ni la copulation.

Le mâle dont il s'agit avait déjà été aperçu par M. ROUSSELET qui

n'a pu le décrire. Mais peut-être correspond-il à une ancienne espèce d'EHRENBERG (1837 et 1838) l'*Otoglena papillosa*, vue une fois par le vieil auteur et jamais retrouvée depuis. HUDSON (1889) avait déjà émis l'opinion que cet animal, en l'absence de mastax, pouvait bien être le mâle d'une autre espèce (on sait qu'EHRENBERG qui croyait tous les Rotifères hermaphrodites, a commis la même erreur pour ceux d'Hydatine et de Brachion). L'existence d'un cerveau portant un œil médian et deux amas latéraux de granulations, de deux yeux antérieurs pédonculés qui sont les deux taches oculaires sur leurs tubercules, d'un tube digestif à parois très minces et dépourvu de mastax, semblent plaider en faveur de cette identification (l'ovaire piriforme d'EHRENBERG deviendrait alors le testicule). Deux caractères seuls pourraient me faire hésiter à l'admettre : celui qui a entraîné le nom spécifique de l'auteur allemand, l'existence de papilles nombreuses à la surface du corps qui n'existent pas sur mon individu, et la petitesse très grande du pied et des doigts sur laquelle il insiste également. La taille coïnciderait bien. On sait (ROUSSELET, 1897, 1902) qu'en dehors du groupe aberrant des Seisonides, deux mâles de Rotifères connus, *Rhinops citrea* et *Notommata Wernecki* possèdent seuls un tube digestif complet et fonctionnel avec mastax. D'autres ont un cordon cellulaire, dernier rudiment du canal alimentaire et qui disparaît lui-même chez les plus dégradés, qui, très différents de la femelle, se réduisent presque à un testicule. C'est entre le premier et le second cas que se place *Eosphora digitata*, et je ne crois pas qu'on eût encore signalé ce stade de la réduction.

OUVRAGES CITÉS

1892. BERGENDAL (D.). Beiträge zur Fauna Grönlands : I zur Rotatorienfauna (*Acta Univ. Lundensis*, XXVIII, p. 1-180).

1883. ECKSTEIN (K.). Die Rotatorien der Umgegend von Giessen. *Zeitschr. f. wiss. Zool.* XXXIX, p. 343-443).

1837. EHRENBERG (C. G.) Zusätze zur Kenntniss grosser organischer Ausbildung in den kleinsten thierischen Organismen. (*Abhandl. Akad. Wiss. Berlin*, XXII, p. 157-180).

1838. EHRENBERG (C. G.) Die Infusionsthierchen als vollkommene Organismen (Leipzig).

1885. EYFERTH (B.). Die einfachsten Lebensformen des Thier und Pflanzenreich (Brunswick).

1886. HUDSON (C. T. et GOSSE (P. H.). The Rotifera or Wheel-Animalcule both British and Foreign (Londres).

1889. HUDSON (C. T.) et GOSSE (P. H.). Supplément au précédent (Londres).

1897. ROUSSELET (Ch. F.) On the male of *Rhinops vitrea*, with list of the species, the male of which are known (*Journ. R. Microsc. Soc.*, p. 4-9).

1902. ROUSSELET (Ch. F.). List der bis jetzt bekannt gewordenen männlichen Räderthiere (*Forschungsber. aus der biol. Station zu Plön*, X, p. 172-176).

1898. WEBER (E.-F.). Faune Rotatorienne du Léman (*Rev. Suisse Zool.*, V, p. 263-785).

REVUES CRITIQUES

XXIX

LA PARTHÉNOGÉNÈSE EXPÉRIMENTALE D'APRÈS LES DERNIERS TRAVAUX DE J. LOEB

par E. BATAILLON

L'accord s'établit lentement entre les biologistes sur quelques points essentiels de deux grands problèmes connexes : fécondation et parthénogénèse expérimentale. Il est facile de s'en rendre compte en parcourant les trois nouveaux mémoires que J. LŒB vient de publier[1].

La multiplicité des facteurs mis en cause pour provoquer la parthénogénèse a compliqué la question en suggérant des vues unilatérales n'ayant que des rapports douteux avec les phénomènes normaux de la reproduction sexuée.

Dans son mémoire du 2 février dernier, le physiologiste américain laisse de côté ses catalyseurs. Et s'il ne nous dit pas, comme je l'ai suggéré, qu'aucun des agents mis en œuvre n'exclut l'hypothèse de la perte d'eau à la base des expériences connues, il rappelle que l'accroissement de la pression osmotique du milieu est le procédé le plus général, celui qui cadre le mieux avec les changements consécutifs de l'imprégnation.

Ces changements sont précisément ceux que j'ai notés sur les œufs fécondés et sur les œufs vierges de lamproie. Il les décrit sur l'œuf d'oursin. C'est la contraction du plasma éliminant un fluide et aboutissant à la formation de la *membrane* dite de *fécondation*.

Chez l'oursin, les solutions qui entraînent l'évolution des œufs vierges correspondent, pour l'eau de mer, à un accroissement de pression osmo-

[1] 1° J. LŒB. On fertilization, artificial parthenogenesis, and cytolysis of the Sea-Urchin egg. (*University of California Publications, Physiology*, vol. 2, 2 février 1905) ;
2° J. LŒB. On an improved method of artificial parthenogenesis (*Ibid.*, 25 février 1905) ;
3° J. LŒB. On an improved method of artificial parthenogenesis (second communicat.). (*Ibid.*, 16 mars 1905.)

tique de 30 à 50 %. Dans ces conditions, la séparation de l'enveloppe n'a pas lieu.

Le développement étant beaucoup plus rapide quand le spermatozoïde intervient, LŒB se demande si, en usant d'une concentration plus forte, on n'obtiendrait pas la membrane chez l'œuf vierge. Ses expériences avec Nacl (2 1/2n à 1 1/2n) et avec le sucre de canne (2 1/2n à 2n) répondent par l'affirmative. Mais alors, l'œuf est altéré, il est devenu perméable à la solution dont certains éléments peuvent pénétrer et augmenter la turgescence interne. Quoi qu'il en soit, la cytolyse intervient, la pigmentation s'efface et l'œuf augmente considérablement devolume.

C'est le phénomène bien connu de la régression de la plasmolyse que j'ai invoqué ailleurs[1]. Plus la concentration plasmatique obtenue est forte, plus l'imbibition consécutive se montre brutale et intense. C'est ainsi que, suivant les indications de LŒB, des œufs fécondés et des œufs vierges étant plongés dans la même solution de sulfate de soude, les premiers sont cytolysés beaucoup plus vite et en bien plus grand nombre. De même le muscle de grenouille immergé dans diverses dilutions de Nacl, gagne après avoir perdu, et d'autant plus que la concentration est plus forte.

En tout cas, pour obtenir par cette voie des larves parthénogénésiques d'Oursins, il faut une concentration *limitée;* et alors la membrane n'apparaît pas.

Dans ses deux derniers mémoires (25 février et 16 mars 1905) LŒB décrit un double traitement des œufs d'Oursins, par les solutions hypertoniques, puis par des dilutions acides[2].

Ce procédé donne des résultats bien meilleurs que tous ceux utilisés jusqu'ici, et un développement parthénogénésique rappelant dans tous les détails celui des œufs fécondés. *Ici, la membrane apparaît* sur les matériaux retournés à l'eau de mer pure. Or, la solution acide toute seule permet de l'obtenir; mais ici, la désintégration de l'œuf enraye très vite le développement.

Et LŒB imagine que le spermatozoïde introduit dans l'œuf deux agents différents; l'un se comporterait comme la solution hypertonique, l'autre comme l'élément acide.

Voilà une théorie composite qui me paraît encore très risquée.

Si la dissociation des deux facteurs dans ces expériences permet d'affirmer que les deux traitements ne sont pas simplement cumulés, le second peut non seulemeat compléter, mais neutraliser partiellement ou

[1] E. BATAILLON. Etudes expérimentales sur l'évolution des Amphibiens. Les degrés de maturation de l'œuf et la morphogénèse. (*Arch. f. Entw. Mech.* Bd. XII. 1901. p. 628.)

[2] *Premier traitement :* Les œufs séjournent deux heures dans les solutions hypertoniques ordinaires (15cc. 1/2 N. Nacl + 100cc. eau de mer par exemple);

Deuxième traitement. — Ils passent ensuite de une à trois minutes par un acide étendu d'eau de mer :

Soit 4cc $\frac{N}{10}$ acide acétique ou formique pour 50cc eau de mer;

Soit 60cc. eau carboniquée rendue isotonique à l'eau de mer avec Nacl + 50cc. eau de mer.

corriger le premier. Rien ne prouve, en tout cas, que les deux temps d'une manipulation aussi brutale correspondent dans l'imprégnation à deux éléments susceptibles chacun d'une étiquette propre.

Lœb nous montre qu'une solution nocive, trop forte pour un développement normal de l'œuf vierge, peut détacher une membrane. Sur d'autres matériaux, comme ceux que j'ai utilisés (*Petromyzon Planeri*), cette formation apparaît dans les solutions salines ou sucrées comme après l'imprégnation et avec la même allure caractéristique. Chez l'Oursin, on peut voir, dans la séparation de cette enveloppe une condition très favorable, mais non indispensable à l'évolution.

Il serait impossible en tout cas de considérer cette action des acides comme spécifique, puisqu'il s'agit d'un effet que l'hypertonie, à elle seule, peut réaliser. Et si, sur l'œuf d'Oursin, cette hyperthonie doit être poussée assez loin pour entraîner une désagrégation secondaire, il convient de ne pas oublier dans la comparaison avec l'œuf imprégné un principe que j'ai posé maintes fois : à savoir que l'équilibre réalisé par *soustraction* diffère forcément de celui que donne l'*addition* spermatique. Les milieux intérieurs dans les deux cas étant supposés isotoniques au départ, on conçoit parfaitement que les réactions de l'un détachent une membrane, l'autre n'en formant point; on conçoit aussi que l'œuf vierge avec une concentration extérieure plus forte, écarte son enveloppe et se désagrège.

Les faits soulignés par Lœb sont en eux-mêmes fort intéressants. Mais il faut bien faire des réserves sur une interprétation qui tendrait à dissocier arbitrairement les phénomènes de fécondation, à les encadrer suivant des données expérimentales trop grossières, sous l'étiquette vague et inacceptable d'agents spécifiques distincts.

Ceci dit, je relève avec satisfaction dans ces travaux de Lœb l'indication fondamentale sur laquelle j'ai longuement insisté l'an dernier.

Dans la fécondation normale, il y a à considérer autre chose que le spermatozoïde se gonflant et accroissant, par soustraction d'eau, la pression osmotique de l'œuf. Il y a une contraction du plasma avec élimination de fluide et séparation de la membrane. La même perte d'eau se produit sur l'œuf vierge sous l'influence des milieux hypertoniques et nous apparaît comme le facteur essentiel de la parthénogénèse artificielle.

Ce rapprochement entre les conditions initiales de développement dans les deux cas, je l'ai appuyé déjà par une longue étude expérimentale des ébauches provenant soit des œufs mûrs, soit des œufs immatures.

J'ai aperçu, au cours de la maturation, des changements physiques liés à l'élimination de fluides et d'éléments figurés tels que les globules polaires, des variations d'équilibre de même ordre que celles réalisées par l'imprégnation ou par les agents parthénogénésiques. Des faits nouveaux observés cette année même affirment encore cette manière de voir.

XXX

REMARQUE SUR UN RÉCENT TRAVAIL DE M. BRACHET : « RECHERCHES EXPÉRIMENTALES SUR L'ŒUF DE *RANA FUSCA* »

(*Archives de Biologie*, T. XXI, 1904)

par E. BATAILLON

Dans mon mémoire de 1900 « La Pression osmotique et les grands problèmes de la Biologie », *Archiv. f. Entw. Mech.*, j'ai signalé chez la lamproie, un fait de blastotomie spontanée qui m'a suggéré des essais de blastotomie expérimentale.

Il s'agissait d'une femelle ayant commencé sa ponte et de laquelle je tirais, *après trois jours de captivité*, un résidu d'une centaine d'œufs. Les premiers blastomères s'isolaient pour donner des larves jumelles.

BRACHET, conduit par ses recherches sur *Rana fusca* à admettre l'opinion de W. ROUX, considère qu'un œuf *en état de surmaturation*, a des blastomères beaucoup mieux spécialisés, incapables de post-génération, et doit présenter une répartition plus précise des matériaux. Mon observation lui semble naturellement parler en sens inverse et il conclut : « Mais l'interprétation et la signification réelle de cette observation, très intéressante en elle-même, ne pourra être donnée en toute connaissance de cause, que quand on aura analysé, aussi exactement que chez la Grenouille, les Echinodermes ou les Cténophores, la mécanique du développement de l'œuf de la lamproie », p. 151.

Je souligne d'autant plus volontiers cette remarque de BRACHET que, s'il s'agissait réellement d'œufs surmatùres ordinaires, le fait irait aussi à l'encontre de la thèse que je soutiens sur une condition physique essentielle de la maturation : abaissement progressif de la concentration et de la turgescence plasmatiques.

Comment (en considérant ces œufs comme des immatures typiques) l'idée me serait-elle venue de *provoquer* la blastotomie par une forte déshydratation des œufs normaux, entraînant secondairement au contact de l'eau un excès de turgescence?

Or, dans mes conclusions relatives à la blastotomie, on peut lire ceci : « J'ai parlé d'œufs ayant séjourné dans les conduits sexuels : c'est l'expression d'un fait. Il ne faudrait pas en déduire que des œufs arrêtés dans le milieu maternel après maturation parfaite concentrent fatalement leur plasma. *Il est fort possible qu'à ce résidu de ponte non expulsé naturellement correspondent au contraire des caractères de maturation incomplète, liés à la captivité, ou à la température plus basse du milieu.* Si je fais cette réserve, c'est que des œufs ovariens de grenouille, bien près d'être mis en liberté, m'ont donné pour la plupart, au contact de l'eau, un gonflement accompagné d'un étranglement méridien; il

semblerait donc qu'ici au moins, la concentration soit plus forte chez l'œuf ovarien que chez l'œuf mûr. » (Loc. cit.)

Il est peut-être bon de noter ici qu'entre la température de la rivière d'où sortaient les reproducteurs et celle de l'eau de source où cette femelle avait séjourné, la différence était d'au moins 5°.

Je ne suis pas actuellement dans des conditions qui me permettent d'étudier la maturation de l'œuf de Lamproie; et les matériaux de cette étude ne seraient pas à la portée de tous, comme c'est le cas avec les amphibiens.

Mais je concède à BRACHET (c'est l'opinion exprimée dans mon mémoire et appuyée sur l'expérience) que les œufs de Lamproie observés par moi dans le cas qu'il vise, *se comportaient comme immatures et non comme surmatures.*

ERRATUM

P. XCIV et XCV. — Note de P. BOUIN : Recherches sur la figure achromatique de la Cytodiérèse.

Les figures 2 et 4 ont été interverties par erreur. Donc l'explication de la figure 2 correspond à la figure 4, et l'explication de la figure 4 à la figure 2.

TABLE SPÉCIALE DES NOTES ET REVUE

1905. [4]. Tome III

Articles originaux

Revues critiques

Catalogue de la Bibliothèque du Laboratoire Arago

Paru le 25 Septembre 1905.

Les directeurs :

G. PRUVOT et E.-G. RACOVITZA.

Eug. MORIEU, Imp.-Grav., 140, Boul. Raspail, Paris (6e) — Téléphone 704-75

L'ORGANE PHAGOCYTAIRE

DES

CRUSTACÉS DÉCAPODES

PAR

L. CUÉNOT

professeur à l'Université de Nancy

J'ai reconnu l'existence, chez les Crustacés décapodes, d'un organe phagocytaire bien différencié. qui, jusqu'ici, a passé à peu près inaperçu ; il présente cet intérêt particulier de coexister, chez ces animaux, avec un organe globuligène typique, centre régénérateur des amibocytes libres. Tandis que, chez les Vertébrés, les organes lymphoïdes, tels que la rate, la moelle des os, les ganglions lymphatiques, sont des formations mixtes et compliquées, à la fois phagocytaires, globuligènes, et formatrices de grains acidophiles, il y a chez les Décapodes une séparation anatomique parfaite, correspondant aux différentes fonctions : l'organe globuligène, d'une part, l'organe phagocytaire d'autre part, ont une simplicité de structure presque schématique ; enfin la sécrétion des grains acidophiles est réservée exclusivement aux amibocytes libres.

Afin de donner la généralité convenable à mes résultats, j'ai expérimenté sur un grand nombre d'espèces, soit à Nancy, soit durant mes séjours à la Station biologique d'Arcachon. Sauf *Galathea squamifera*, de Roscoff, et *Pagurus arrosor*, de Banyuls, toutes les formes marines et saumâtres proviennent du Bassin d'Arcachon ou

des environs ; *Caridina* a été prise près de Nancy, dans le canal de la Marne au Rhin.

Voici la liste des espèces étudiées :

I. Macroures.

Astacidés : *Astacus fluviatilis* Rond.
Homarus vulgaris M.-Edw.
Nephrops norvegicus L.

Palinurides : *Palinurus vulgaris* Latr.

Thalassinides : *Upogebia stellata* Mont.

Palémonides : *Palæmon serratus* Penn., *P. Fabricii* Rathke, *P. squilla* L.
Crangon vulgaris Fabr.
Niku edulis Risso.
Athanas nitescens Leach.
Virbius viridis Otto, *V. varians* Leach.
Hippolyte Cranchi Leach.
Palæmonetes varians Leach.
Caridina Desmaresti Edw.

II. Brachyures.

Oxystomes : *Atelecyclus septemdentatus* Mont.
Corystes cassivelaunus Penn.

Cyclométopes : *Cancer pagurus* L.
Pilumnus hirtellus L.
Eriphia spinifrons Herbst.
Polybius Henslowi Leach.
Portunus depurator L., *P. marmoreus* Leach, *P. puber* L.
Carcinus mœnas Penn.
Platyonichus latipes Penn.

Catométopes : *Pachygrapsus marmoratus* Fabr.
Pinnotheres pisum L.
Gonoplax angulata Penn.

Oxyrhynques : *Maïa squinado* Herbst.
Pisa Gibsi Leach.
Stenorhynchus phalangium Penn.
Inachus dorsettensis Penn.

III. Anomoures.

Galathéides : *Galathea squamifera* Leach.
Porcellana platycheles Penn.

Pagurides : *Eupagurus Bernhardus* L., *E. Prideauxi* Leach, *E. excavatus* Herbst, *E. cuanensis* Thompson.
Pagurus arrosor Herbst (= *striatus* Latr.).
Clibanarius misanthropus Risso.
Diogenes pugilator Roux.

Ce travail est divisé en deux parties : dans la première, j'examine l'organe phagocytaire, qui présente trois formes différentes : l'une, primitive, chez les Décapodes à foie céphalothoracique, et deux autres qui dérivent de celle-ci, chez *Nika edulis*, d'une part, et chez les Décapodes à foie abdominal, d'autre part.

Dans la seconde partie, j'examine l'organe globuligène, pour ajouter quelques renseignements anatomiques à la description que j'en ai donnée dans un travail antérieur (**1893**).

I. Organe phagocytaire

Type Écrevisse

Après injection d'une petite quantité d'encre de Chine dans la cavité générale d'une Écrevisse, on constate que la coloration noire ou grise du sang ne tarde pas à disparaître : au bout de quelques heures, au plus tard au bout d'un jour ou deux, l'animal est revenu tout à fait à l'état normal. A part quelques grains d'encre capturés par des phagocytes libres (amibocytes jeunes, stade I), tout a disparu de la circulation.

Si maintenant on examine le foie à la loupe, en dissociant légèrement les cæcums, par secouage dans de l'eau physiologique, on voit

très nettement (Pl. I. fig. 1) de fins cordons noirs, peu ramifiés, qui rampent tout le long des cæcums. Il suffit d'une injection vasculaire un peu réussie pour se convaincre que ces cordons noirs ne sont autres que les ramifications ultimes de l'artère hépatique; chaque artère hépatique se divise un grand nombre de fois, et ce sont seulement les artérioles terminales, en rapport étroit avec les tubes du foie, qui se colorent en noir par absorption d'encre de Chine.

L'examen microscopique, dans une goutte de sérum d'Écrevisse, montre que les artérioles en question sont recouvertes d'une couche bien continue de cellules aplaties, émettant de fins pseudopodes, et dont le cytoplasme est bourré de grains d'encre ; la cavité des artérioles, qui est juste assez grande pour le passage des globules du sang, renferme souvent des amibocytes libres, mais on n'y voit pas d'encre ; évidemment l'absorption a lieu par l'extérieur. Les coupes ne font que confirmer l'examen sur le frais.

Le fonctionnement de l'organe phagocytaire est facile à comprendre : les cæcums hépatiques de l'Écrevisse (et aussi ceux des autres Décapodes) sont enfermés comme dans un sac par une mince membrane transparente, qui constitue la limite d'un vaste sinus sanguin où flottent les tubes du foie ; cette membrane périhépatique est de nature conjonctive, de texture fibrillaire, et renferme dans son épaisseur de nombreux noyaux ; elle est parsemée de perforations qui font communiquer l'intérieur du sac avec le reste du cœlome. Le sang qui vient du cœur parcourt les ramifications des artères hépatiques, et, au sortir de celles-ci, tombe dans le sinus périhépatique, mais il est forcé, pour ainsi dire, de filtrer entre les tubes du foie, avant de sortir du sinus et de passer dans le cœlome ; ces conditions multiplient évidemment les contacts entre le sang et les cellules phagocytaires, et il est dès lors facile de s'expliquer la rapidité et la perfection de la phagocytose. Quand on injecte l'encre de Chine à des espèces transparentes, telles que des *Palæmon*, on suit facilement les progrès de la décoloration du liquide cœlomique, en même temps qu'on voit le foie noircir ; souvent, au bout d'une vingtaine de

minutes, les phagocytes sont déjà bourrés d'encre et le sang parfaitement décoloré.

Historique. — La fonction phagocytaire du revêtement des artérioles hépatiques de l'Écrevisse a été probablement découverte par Saint-Hilaire (1893) : « En introduisant dans le corps de l'Écrevisse le carmin pulvérisé ou bien le sang des vertébrés, j'ai remarqué que ces matières apparaissaient dans le pancréas, dans des vaisseaux minces et ramifiés qui enveloppent les tubes de tous côtés comme d'un réseau ...... : je crois que ce n'est autre chose que la ramification de l'*A. hepatica*, mais je ne suis pas en état de l'affirmer, n'ayant pas encore fait d'injections. Leur lumière est assez étroite ; les parois, d'une épaisseur considérable, sont formées de plusieurs sortes de cellules, etc. »

Je suis assez étonné que Saint-Hilaire ait pu déceler les artérioles phagocytaires avec du carmin, car les injections physiologiques de ce corps ne m'ont donné que des résultats à peu près nuls : le carmin, très lourd, se mélangeant mal avec l'eau, forme des amas emboliques qui s'arrêtent surtout dans les branchies, et il y a très peu de grains qui peuvent parvenir au cœur, puis au foie pour y être phagocytés. Saint-Hilaire dit cependant que cinq ou six jours après une injection de carmin, presque toutes les cellules (qui forment la paroi des vaisseaux) « excepté les leucocytes, contiennent des grumeaux de carmin. Le sang des Vertébrés, la graisse, le lait et les granules de l'amidon subissent le même sort ». Il est probable que Saint-Hilaire a vu à la fois des produits phagocytés par les cellules de revêtement et des amas emboliques à l'intérieur des artérioles.

Macroures, Brachyures, Galathéides. — Chez tous les Macroures sauf *Nika edulis*, les Brachyures et les Galathéides, l'organe phagocytaire est semblable à celui de l'Écrevisse, ou du moins il n'y a à relever que des différences insignifiantes dans les rapports des artérioles avec les cæcums, leur aspect, etc. La figure 2, relative à *Portunus marmoreus*, montre des artérioles phagocytaires plus ramifiées, plus nombreuses que chez l'Écrevisse ; chez les Palémonides,

les phagocytes sont par petits groupes ou même isolés sur les artérioles, de sorte qu'à la loupe, le foie paraît simplement piqueté de gros points noirs.

Chez beaucoup de Crabes (*Maïa, Pisa*, etc.), les cellules phagocytaires, au lieu de recouvrir uniformément les artérioles hépatiques, se concentrent en petits nodules, très nombreux d'ailleurs, qui s'échelonnent le long des vaisseaux (fig. 3). Si, après une injection vasculaire très complète de gélatine carminée, on examine les vaisseaux *in toto*, on constate que la matière à injection a pénétré entre les cellules des nodules phagocytaires ; il y a évidemment communication entre la cavité des artérioles et les lacunes intercellulaires.

Type Nika edulis

Seule parmi tous les Décapodes à foie céphalothoracique, cette espèce présente un organe phagocytaire qui s'écarte du plan habituel ; cette exception est d'autant plus inattendue que *Nika* est un Palémonide absolument normal par tous ses autres caractères.

Quelques minutes après une injection d'encre de Chine, on voit apparaître en avant du cœur deux petits tubes noirs très courts, terminés en cæcums, que j'appellerai *cæcums précardiaques* (*p'*, fig. 4 et 5), et juste en avant du foie, sous l'estomac, une large tache noire formée de deux paquets de cæcums accolés (*p*, fig. 4 et 5). Il n'y a pas un seul phagocyte à la surface des artérioles hépatiques.

Cæcums précardiaques. — Les cæcums précardiaques sont deux tubes très courts, qui se détachent du cœur, un peu au-dessous des artères ophtalmique et antennaires, et se dirigent vers la face ventrale ; ils sont souvent contournés et disposés d'une façon asymétrique. Leur paroi est revêtue extérieurement d'une seule couche de phagocytes fixes, et leur extrémité cæcale est coiffée par un petit amas de cellules non phagocytaires, qui représentent sans nul doute un centre régénérateur pour les phagocytes fonctionnels.

Organes sous-stomacaux. — Les deux organes antérieurs sont constitués aussi par de longs cæcums, enchevêtrés les uns dans les

autres, qui ont exactement la même structure que les cæcums précardiaques; chaque cæcum présente aussi à l'extrémité une zone de cellules non phagocytaires.

Les rapports de ces organes avec le système vasculaire sont particulièrement intéressants: tandis que chez tous les Décapodes, les phagocytes fixes revêtent des ramifications de l'artère hépatique, chez *Nika* ils sont placés sur des rameaux de l'artère antennaire. Pour mettre en évidence ce rapport nouveau, j'ai utilisé d'abord des injections de gélatine colorée, qui ne sont pas très commodes à réussir, en raison de la petite taille de *Nika*, et ensuite la reconstruction d'après des coupes transversales sériées. On suit facilement, dans la série des coupes, les artères hépatiques et antennaires; les premières, dès leur sortie du cœur (fig. 5, *c*), se dirigent vers la face ventrale, passent à travers l'organe génital et vont se distribuer aux cæcums hépatiques; les secondes (fig. 4 et 5, *b*) décrivent une courbe qui se termine aux antennes; à peu près vers le milieu de leur trajet, il s'en détache un rameau assez volumineux qui descend sous l'estomac et se termine par un bouquet de ramifications cæcales, recouvertes de phagocytes: celles de droite et celles de gauche s'accolent sur la ligne médiane de telle sorte qu'il ne paraît y avoir qu'un seul organe phagocytaire.

On voit que par rapport à tous les autres Décapodes, *Nika edulis* présente une variation inattendue portant sur l'organe phagocytaire, consistant à la fois en une dissociation de l'organe et en un changement complet de connexions, et cependant il ne peut y avoir de doute sur l'homologie parfaite, au sens évolutionniste du mot, des organes de *Nika* et des phagocytes hépatiques des autres Décapodes: la situation juxta-hépatique des organes sous-stomacaux est un indice suffisant de cette homologie. Mais il est aussi difficile de se figurer le « pourquoi » que le « comment » de cette singulière mutation.

Type Pagure

On sait que le foie des Pagures a passé tout entier dans l'abdomen ; seuls, ses orifices dans l'intestin moyen, en arrière de l'estomac, sont restés à leur place morphologique ; il reçoit maintenant ses vaisseaux de l'artère abdominale supérieure. Malgré ce déplacement du foie, les artères qui sortent de la partie antérieure du cœur sont exactement les mêmes que chez les Décapodes à foie céphalothoracique : outre l'ophtalmique et les deux antennaires, il y a deux autres vaisseaux bien développés (fig. 8, *c*) qui sont incontestablement homologues des artères hépatiques, comme l'a très bien reconnu Bouvier. Mais à quel organe peuvent-elles se distribuer, puisque le foie n'est plus là et a d'ailleurs acquis d'autres connexions vasculaires ? Nous allons voir que l'organe phagocytaire n'a pas suivi le foie dans sa migration, et a conservé ses rapports avec les vaisseaux en question ; on pourrait les appeler artères phagocytaires, si on voulait leur donner une désignation physiologique ; je préfère conserver le nom d'artères hépatiques, pour rappeler leur origine.

Eupagurus Bernhardus. — Si on ouvre avec précaution un Pagure, un ou deux jours après injection cœlomique d'encre de Chine, on aperçoit immédiatement l'organe phagocytaire, qui semble avoir pris un développement considérable (fig. 6 et 7) : il est formé d'une multitude de petits cæcums, noircis par l'encre, qui, du côté dorsal, encadrent exactement l'estomac ; du côté ventral, une plaque allongée occupe la ligne médiane et se prolonge jusqu'au point où les canaux hépatiques débouchent dans l'intestin moyen ; cette plaque médiane est reliée à droite et à gauche à l'encadrement de l'estomac. Les deux cæcums de l'intestin moyen sont d'ordinaire plus ou moins emmêlés dans les ramuscules ventraux de l'organe phagocytaire.

Les artères antennaires et hépatiques (fig. 8) sont entourées dans tout leur trajet par les cæcums phagocytaires ; mais, par une dissection attentive de Pagures dont le système vasculaire a été injecté de gélatine carminée, on se convainc que les cæcums sont tous branchés

sur les artères hépatiques ou sur des rameaux de celles-ci, et que pas un seul n'est en rapport avec les artères antennaires.

Une injection vasculaire bien réussie remplit la cavité des cæcums jusqu'à leur extrémité terminale ; elle donne en rouge exactement la même image que celle qui est dessinée en noir par l'injection physiologique d'encre de Chine.

L'organe phagocytaire contracte d'intéressants rapports avec le système vésical dépendant des reins antennaires ; ce système vésical, que l'on peut mettre en évidence par une injection physiologique de carmin d'indigo, a une disposition très compliquée, que Marchal a décrite en détail ; l'estomac est encadré en avant par des ramifications (masse vésicale antérieure de Marchal), reliées à droite et à gauche avec un prolongement étroit qui se place entre l'estomac et le muscle adducteur de la mandibule ; ces deux prolongements s'étalent en arrière de ce muscle en deux masses vésicales postérieures, qui sont réunies sous l'estomac par un large pont ; enfin, ce dernier émet sur la ligne médiane une languette qui descend sous l'intestin. Or, l'organe phagocytaire a exactement le même trajet (fig. 6 et 7) que la partie du système vésical dont je viens de rappeler la disposition, et les cæcums de l'organe sont étroitement emmêlés avec les ramifications vésicales, comme il est facile de s'en rendre compte sur un Pagure ayant reçu une double injection d'indigo et d'encre de Chine.

Du reste, Marchal avait noté ce rapport, sans connaître la signification physiologique des cæcums phagocytaires, et il avait bien vu le revêtement épais de ceux-ci, qu'il appelle tissu ou gaine périvasculaire.

Structure des cæcums. — Les cæcums ont une structure très simple (fig. 10) ; la paroi propre est formée par une sorte de syncytium avec nombreux noyaux (*b*) ; sur la surface externe de cet intima sont implantées des cellules en couche continue, dont le cytoplasme se bourre de produits phagocytés. Vers l'extrémité du cæcum, le pouvoir phagocytaire des cellules diminue rapidement, et il est tout à fait nul dans les cellules terminales, qui ont tous les caractères des

cellules jeunes. Il est tout indiqué d'interpréter celles-ci comme des cellules régénératrices, telles qu'il en existe dans tous les organes phagocytaires ; mais je n'ai jamais vu de mitoses dans le capuchon terminal, contrairement à mon attente ; peut-être les cellules se multiplient-elles uniquement par division directe.

Autres Pagurides. — Chez les autres Pagurides, les connexions et la structure de l'organe phagocytaire restent les mêmes : mais l'aspect macroscopique est un peu différent. Chez les *Eupagurus Prideauxi* et *excavatus*, l'organe s'étend moins en avant que chez *E. Bernhardus* : les ramifications, très abondantes sur les côtés de l'estomac, ne s'étendent pas au-devant de celui-ci, et il n'y a pas non plus de bande sous-stomacale. La réduction est encore plus notable chez le petit *Eupagurus cuanensis*.

Chez les petites espèces, *Diogenes pugilator* et *Clibanarius misanthropus*, la concentration des cæcums est complète (fig. 9) : les artères hépatiques, au lieu de suivre les côtés de l'estomac, sont courtes, descendent presque verticalement aussitôt leur sortie du cœur, et se terminent par une grosse touffe de cæcums, juste au niveau du point où les conduits excréteurs du foie débouchent dans l'intestin moyen. Cette fois il n'y a plus mélange des cæcums phagocytaires avec les ramifications du système vésical : une branche latérale de celui-ci, longeant l'estomac et l'intestin, est simplement tangente à l'organe.

Cellules cardiaques des Palémonides.

Dans le groupe des Palémonides, certaines cellules conjonctives, localisées à l'intérieur du cœur, présentent à un faible degré le pouvoir phagocytaire, et constituent ainsi un adjuvant à l'organe phagocytaire hépatique bien développé cependant. Après une injection physiologique d'encre de Chine, le cœur, examiné un ou deux jours après, paraît piqueté de points noirs (fig. 4), qui correspondent soit à des amibocytes libres arrêtés dans le feutrage musculaire, soit pour le plus grand nombre à des cellules phagocytaires fixes. Pour bien

voir celles-ci, il faut dissocier légèrement le cœur, ou l'examiner *in toto*, dans une goutte de sang : on voit alors (fig. 11), accolées aux fibres musculaires, de nombreuses cellules, beaucoup plus grandes que les amibocytes, renfermant de l'encre en grains très fins, qui parfois s'accolent pour former des grumeaux : mais il est à noter que ces cellules ne sont jamais bourrées d'encre comme les phagocytes hépatiques, par exemple : il est probable que, seules, les particules excessivement fines peuvent y pénétrer. L'encre paraît en suspension dans le liquide d'une grande vacuole, remplissant à peu près toute la cellule, dont le noyau est refoulé à la périphérie. L'injection physiologique de tournesol apprend que cette vacuole a une réaction acide, le tournesol bleu absorbé virant nettement au rouge.

Si ces cellules remplissent réellement, dans l'organisme normal, une fonction phagocytaire, comme il est vraisemblable, celle-ci doit être rudimentaire à côté de celle des phagocytes hépatiques. Il est assez singulier qu'elles se rencontrent seulement dans le groupe des Palémonides : je les ai trouvées chez toutes les formes examinées, aussi bien les marines comme *Palæmon*, *Nika*, *Athanas*, etc., que le *Palæmonetes* d'eau saumâtre et la *Caridina* d'eau douce : je n'en ai pas vu dans le cœur des autres Décapodes.

II. Organe globuligène

Chez tous les Décapodes, l'organe globuligène, formateur des amibocytes du liquide cavitaire, entoure ou avoisine l'artère ophtalmique, mais avec des modalités qui varient suivant les genres.

Chez les Pagurides et quelques Palémonides (*Nika edulis*, *Hippolyte Cranchi*, *Athanas nitescens*), l'organe globuligène enveloppe l'artère ophtalmique dans toute sa longueur (fig. 4 et 8), depuis le cœur jusqu'au rostre : la couche de cellules est surtout épaisse sur les côtés de l'artère.

Chez d'autres Palémonides (*Palæmon*, *Palæmonetes*, *Crangon*) l'organe globuligène (fig. 12) est une petite masse compacte,

blanche, à forme définie, qui entoure l'artère ophtalmique vers son extrémité antérieure, exactement à la base du rostre. Malgré ses petites dimensions, il est assez facile de le mettre en évidence par une simple dissection sous la loupe. ALLEN, sans être bien fixé sur le rôle de cet organe, en a donné de très bonnes figures.

Enfin, chez la grande majorité des Décapodes, l'organe en question s'est étalé à la surface dorsale de l'estomac, à droite et à gauche de l'artère ophtalmique, entre les muscles gastriques antérieurs et postérieurs ; c'est une lame peu épaisse, constituée par un amas de petits lobules (voir figures dans mon travail sur les Décapodes (**1893**), pl. XIII, fig. 20 et 21).

Quelle que soit la disposition anatomique de l'organe globuligène, il a toujours la même structure : il est constitué (fig. 13) par des cellules juxtaposées, à cytoplasme dense et à noyau riche en chromatine, qui présentent tous les caractères d'éléments germinatifs ; elles sont tout à fait dépourvues de pouvoir phagocytaire, et présentent fréquemment des mitoses. Les cellules passent facilement à travers les minces lamelles conjonctives qui délimitent les lobules, et tombent dans le liquide cavitaire, où elles constituent les jeunes amibocytes (stade 1).

Conclusions

Il y a chez les Crustacés Décapodes deux organes lymphoïdes distincts : 1° un organe globuligène, formateur des amibocytes du sang ; 2° un organe phagocytaire.

1° L'organe globuligène avoisine toujours l'artère ophtalmique, soit qu'il l'entoure d'un manchon continu (Pagure, fig. 8), soit qu'il s'étale à la surface de l'estomac (*Astacus*), ou bien qu'il forme une masse définie, placée à la base du rostre (*Palæmon*, fig. 12).

2° L'organe phagocytaire, sauf chez *Nika edulis*, est en rapport avec les artères hépatiques ; chez les Décapodes à foie céphalothoracique, les phagocytes revêtent les artérioles hépatiques (fig. 1, 2, 3) ; chez les Pagures, à foie abdominal, les phagocytes recouvrent de

nombreux cæcums branchés sur les artères qui allaient jadis au foie (fig. 6, 7, 8, 9 et 10). Chez *Nika edulis* (fig. 4, 5), il y a deux petits cæcums précardiaques, qui sortent du cœur, et deux groupes de cæcums sous-stomacaux, en rapport chacun avec un rameau de l'artère antennaire.

Chez les Palémonides, en plus des phagocytes hépatiques, il y a dans le cœur des cellules vacuolaires (fig. 11), qui sont douées à un faible degré de la propriété phagocytaire : le liquide vacuolaire a une réaction acide.

Nancy, 30 juin 1904.

OUVRAGES CITÉS

1893. ALLEN. Nephridia and body-cavity of some Decapod Crustacea. (*Quart. Journ. micr. Sc.*, vol. XXXIV, p. 403).

1891. BOUVIER. Recherches anatomiques sur le système artériel des Crustacés Décapodes (*Ann. Sc. Nat.*, [7], T. XI, p. 197).

1893. CUÉNOT. Études physiologiques sur les Crustacés Décapodes. (*Arch. Biol.*, T. XIII, p. 245).

1903. CUÉNOT. L'organe phagocytaire des Crustacés Décapodes. (*C. R. Acad. Sc. Paris*, T. CXXXVII, p. 619).

1892. MARCHAL. Recherches anatomiques et physiologiques sur l'appareil excréteur des Crustacés Décapodes (*Arch. Zool. exp.*, [2], T. X, p. 57).

1893. SAINT-HILAIRE. La fonction phagocytaire des vaisseaux hépatiques de l'écrevisse. (*Rev. Sc. Nat. St-Pétersbourg* 4e année, p. 347).

EXPLICATION DE LA PLANCHE

PLANCHE I

FIG. 1. Groupe de cæcums hépatiques d'*Astacus fluviatilis*, trois jours après injection cœlomique d'encre de Chine : *a*, branche de l'artère hépatique non recouverte de phagocytes et restée incolore ; *b*, artérioles terminales recouvertes de phagocytes qui ont absorbé l'encre injectée. Sur le frais. × 10.

FIG. 2. Groupe de cæcums hépatiques, *Portunus marmoreus*, deux jours après injection d'encre de Chine, montrant les ramifications artérielles bordées de phagocytes. Sur le frais. × 8.

FIG. 3. Artériole hépatique de *Maïa squinado*, deux jours après injection d'encre. Le système vasculaire a été injecté très complètement avec de la gélatine

carminée ; l'artériole a été ensuite fixée au sublimé et montée dans la glycérine. On voit deux nodules phagocytaires dont les cellules renferment des grains d'encre de Chine : la gélatine carminée a pénétré à l'intérieur des nodules, et il semble bien qu'il existe de petits orifices (*o*), faisant communiquer la lumière de l'artériole avec les lacunes intercellulaires des nodules. × 560.

Fig. 4. Vue dorsale du céphalothorax de *Nika edulis*, quelques heures après injection physiologique d'encre de Chine : le système vasculaire a été injecté de gélatine carminée. — L'animal a été représenté plus transparent qu'il n'est en réalité ; les organes profonds ont été mis en place d'après les indications fournies par des coupes transversales sériées : *a*, artère ophtalmique entourée par l'organe globuligène ; *b*, artère antennaire, qui émet latéralement une branche destinée aux téguments, et plus haut, du côté interne, un rameau pour l'organe phagocytaire sous-stomacal ; *co*, cœur piqueté de points noirs, qui correspondent aux cellules phagocytaires intracardiaques ; *e*, estomac ; *f*, foie ; *p*, organe phagocytaire sous-stomacal ; *p'*, cæcums phagocytaires précardiaques ; *v*, sac dorsal du système vésical. × 5.

Fig. 5. *Nika edulis*, vue de profil, après enlèvement des téguments du côté gauche. L'animal a reçu deux injections physiologiques successives, l'une d'encre de Chine (deux jours) pour mettre en évidence les organes phagocytaires, l'autre d'indigocarmin (un jour), pour montrer le système vésical. Avant la dissection, le système vasculaire a été injecté de gélatine carminée : *a*, artère ophtalmique ; *b*, artère antennaire ; *c*, artère hépatique ; *co*, cœur ; *e*, estomac ; *f*, foie ; *g*, ovaire ; *p*, organe phagocytaire sous-stomacal ; *p'*, cæcum phagocytaire précardiaque ; *v*, sac dorsal du système vésical ; *v'*, diverticules péri-œsophagiens et post-œsophagiens du système vésical. × 5.

Fig. 6. Vue dorsale d'*Eupagurus Bernhardus*, deux jours après injection d'encre : la partie dorsale du céphalothorax est enlevée : *a*, artère ophtalmique : *co*, cœur ; *m*, muscle mandibulaire ; *p*, organe phagocytaire. × 2.

Fig. 7. Vue ventrale d'*Eupagurus Bernhardus*, un jour après injection d'encre ; la paroi ventrale du céphalothorax est enlevée et les branchiostégites étalés : *ci*, cæcums de l'intestin moyen emmêlés asymétriquement dans les rameaux du système vésical et de l'organe phagocytaire ; *e*, estomac ; *f*, conduit hépatique ; *m*, muscle mandibulaire ; *n*, cerveau ; *r*, rein antennaire. × 2.

Fig. 8. Vue ventrale du cœur et des vaisseaux qui partent de sa région antérieure. *Eupagurus Bernhardus*, un jour après injection d'encre. Injection vasculaire de gélatine carminée : *a*, artère ophtalmique entourée par l'organe globuligène ; *b*, artère antennaire ; *c*, artère correspondant à l'artère hépatique des Décapodes normaux. A gauche de la figure, les artères hépatique et antennaire ont été séparées l'une de l'autre pour montrer que les cæcums phagocytaires sont tous en rapport avec l'artère hépatique ; à droite, les vaisseaux sont restés à peu près dans leurs rapports normaux. × 15.

FIG. 9. Viscères céphalothoraciques de *Clibanarius misanthropus*, vus de profil deux jours après injection d'encre de Chine, un jour après injection d'indigocarmin ; le système vasculaire a été injecté de gélatine carminée : *a*, artère ophtalmique ; *b*, artère antennaire ; *c*, artère hépatique allant à l'organe phagocytaire ; *co*, cœur ; *e*, estomac ; *f*, conduit hépatique gauche ; *p*, organe phagocytaire gauche ; *v*, canal dépendant du système vésical. × 10.

FIG. 10. Partie d'une coupe transversale d'un cæcum phagocytaire, *Eupagurus cuanensis*, deux jours après injection d'encre. Fixation à l'alcool ; coloration à l'hématoxyline-érythrosine : *a*, amibocyte libre dans la cavité interne du cæcum ; *b*, paroi vasculaire ; *c*, phagocytes implantés sur la surface externe du cæcum et remplis d'encre. × 590.

FIG. 11. Cellule intra-cardiaque à pouvoir phagocytaire, *Palæmon Fabricii*, quatre jours apres injection d'encre : *f*, fibres musculaires striées du cœur ; *n*, noyau ; *v*, vacuole dans laquelle flottent des grains d'encre. Sur le frais. × 1180.

FIG. 12. Partie antérieure du céphalothorax, après enlèvement de la paroi dorsale, *Palæmon Fabricii* : *a*, artère ophtalmique ; *b*, organe globuligène ; *v*, vessie du rein antennaire. Sur le frais. × 5.

FIG. 13. Partie d'une coupe transversale de l'artère ophtalmique, *Eupagurus Bernhardus* ; liquide et coloration de Flemming : *a*, tissu globuligène, dans lequel on voit deux mitoses ; *b*, paroi vasculaire. × 790.

RECHERCHES SUR LA REPRODUCTION

DES

GRÉGARINES MONOCYSTIDÉES

PAR

LOUIS BRASIL
Préparateur de Zoologie à la Faculté des Sciences de Caen.

Nos connaissances sur la reproduction sexuée des Grégarines viennent de recevoir une importante contribution avec la publication du beau mémoire de Léger (**1904**) sur les *Stylorhynchus*. L'anisogamie ne verrait pas toutefois son domaine accru par cette publication, puisque c'est précisément chez *Stylorhynchus* qu'en fut observé antérieurement le premier exemple, d'ailleurs (**1901**, **1902**) par Léger lui-même, si l'auteur ne nous apprenait qu'il vient de constater également son existence chez des représentants d'une autre famille, celle des Grégarinides.

Le fait que les deux éléments d'une copulation sont de forme et d'origine différentes est donc établi actuellement d'une façon indubitable pour trois familles, les Stylorhynchides (Léger, **1901**), les Dactylophorides (Léger et Duboscq, **1903**), les Grégarinides (Léger, **1904**).

Par contre, une note toute récente de Woodcock (**1904**) serait un nouvel argument en faveur de la présence exclusive du processus isogamique chez les Monocystidées. Woodcock observe en effet chez *Cystobia* la parfaite similitude de tous les sporoblastes primaires ou gamètes.

Les recherches de Siedlecki (**1899**), de Cuénot (**1901**), de Prowazek (**1902**), de Cecconi (**1902**) sur les *Monocystis* ont donné, on le sait, des

résultats analogues. Ce sont ces résultats mêmes que je discuterai au cours de ce travail, et après avoir décrit les phénomènes d'anisogamie que présentent certaines Monocystidées, je démontrerai, en rapprochant des miennes les observations des auteurs cités ci-dessus, que l'expression cependant prudente dont se servent CAULLERY et MESNIL (**1904**) pour caractériser l'isogamie « en apparence » parfaite des *Monocystis* n'est pas absolument justifiée.

Pour l'historique de la question de la reproduction des Grégarines je renvoie le lecteur aux mémoires de CUÉNOT (**1901**) et de LÉGER (**1904**) qui, en leur temps, en ont donné d'excellentes mises au point. Je dois cependant mentionner les travaux parus plus récemment : d'abord un mémoire de NUSBAUM (**1903**) que LÉGER n'a pu que citer, mes propres recherches sur les parasites de la Pectinaire (**1904**), enfin la note de WOODCOCK (**1904**) dont j'ai parlé plus haut [1].

NUSBAUM a découvert dans l'intestin d'un Enchytræide, *Henlea leptodera* Vejd., une Grégarine nouvelle qu'il désigne sous le nom de *Schaudinella henleae* et dont il décrit l'évolution tout-à-fait spéciale. Retenons seulement ce qui a trait au sujet de la présente note : NUSBAUM a reconnu la présence chez sa Grégarine d'un processus sexué : les individus adultes, indifféremment libres ou associés en syzygies, donnent naissance sans s'enkyster à des microgamètes ou à des macrogamètes ; dans une association les deux conjoints peuvent être de même sexe ou de sexes différents ; les gamètes sont mis en liberté dans la cavité intestinale où la fécondation se produit, le zygote ou amphionte pénétrant ensuite sous l'épithélium. Voilà des phénomènes bien particuliers ; ils ne permettent de rapprocher *Schaudinella* d'aucune des Grégarines dont le cycle est actuellement connu.

Pour *Urospora lagidis*, j'ai émis l'hypothèse (**1904**) d'une sexualité chez les deux Grégarines qui s'associent pour sporuler dans un kyste commun et j'ai donné les raisons qui permettent cette hypo-

[1] Pendant l'impression de ce travail, PAEHLER (**1904**) publie une monographie de *Gregarina ovata* que je ne peux que mentionner. J'appelle cependant l'attention sur les phénomènes de réduction chromatique décrits au stade sporoblaste. Je n'ai observé rien de semblable.

thèse ; la principale de ces raisons réside dans l'accumulation des spores à l'un des hémisphères du kyste, l'autre hémisphère étant seulement occupé par un reliquat comparable au reliquat mâle décrit en particulier chez *Pterocephalus*.

Enfin Woodcock (**1904**) voit chez *Cystobia* des copulations isogamiques et annonce pour *C. Minchinii* n. sp. la formation précoce des couples et la disparition rapide de toute séparation entre les deux éléments d'une syzygie. Les divisions nucléaires précédant la différenciation des gamètes seraient d'abord amitotiques, mitotiques ensuite avec volumineuses sphères attractives.

Nos investigations ont porté sur deux espèces. *Urospora lagidis* de Saint-Joseph parasite de *Lagis Koreni* Mgr. et une *Gonospora* très abondante dans la cavité cœlomique des *Audouinia tentaculata* Mont. des côtes du Calvados.

Urospora lagidis est une forme bien définie sur laquelle il est impossible de se méprendre. On en trouvera une description suffisante dans le mémoire de de Saint-Joseph (**1898**) et dans nos recherches sur l'intestin de la Pectinaire (**1904**).

L'identité de la *Gonospora* que j'ai eue sous les yeux est moins certaine. Cependant ses caractères la rapprochent suffisamment de *G. varia* Léger, espèce également parasite d'*Audouinia*, pour que je n'hésite pas à la rapporter à cette forme. Présentons d'ailleurs d'abord notre Grégarine, nous discuterons ensuite ses affinités.

A l'état végétatif, c'est une longue Monocystidée claviforme (fig. 1) arrondie à son extrémité la plus large, finement effilée à l'autre. Sa longueur peut atteindre 2 millimètres. Elle est complètement immobile et ne s'accouple que peu avant l'enkystement. L'accolement se

Fig. 1. — *Gonospora varia* Léger. Forme végétative. × 60.

fait par l'extrémité renflée : il est suivi de la condensation progressive des conjoints qui deviennent sensiblement hémisphériques.

Les kystes de dimensions très variables sont sphériques ; leur diamètre oscille entre 300 et 800 µ ; libres dans la cavité cœlomique de l'hôte, ils ne présentent jamais cette épaisse enveloppe conjonctive formée par un dense feutrage de phagocytes, enveloppe si développée chez *Urospora* : à peine quelques amœbocytes sont-ils fixés à leur surface. Le sporocyste qui mesure dans sa plus grande dimension de 18 à 20 µ est ovale, régulièrement arrondi à un pôle, muni à l'autre d'une couronne de fines pointes hyalines sans « rétrécissement en bec » bien sensible (fig. 2). A sa maturité le sporocyste renferme huit sporozoïtes disposés en un barillet schématique.



Fig. 2. — *Gonospora varia*. Léger. Sporocyste. × 1000.

Léger (**1892**) a divisé en deux groupes les espèces qu'il connaissait du genre *Gonospora* suivant que le sporocyste est uni-ou multidenticulé à l'un de ses pôles. C'est dans le premier groupe que se place *G. terebellae* Köll ; on y fera également rentrer *G. longissima* Caull. et Mesn. dont le sporocyste piriforme est terminé en pointe mousse à son pôle mince. Au deuxième groupe, dont fait partie notre *Gonospora*, appartiennent *G. varia* Léger parasite d'*Audouinia* et *G. sparsa* Léger parasite de *Phyllodoce* et de *Glycera*. Ces deux espèces différeraient, suivant leur auteur, par la forme des sporocystes, ovalaires avec sommet rétréci en bec chez la première, globuleux à peine atténués au sommet chez la seconde. De plus l'accouplement serait linéaire pour *G. varia*, latéral pour *G. sparsa*.

Labbé (**1899**) qui adopte pour *Gonospora* la méthode de classement de Léger et dont les descriptions ne semblent pas provenir d'autre source, attribue cependant à *G. varia* le caractère d'être « toujours en association comme un *Zygocystis* ». Léger n'a jamais parlé que de l'observation fréquente d'individus conjugués. Cette remarque est importante pour l'assimilation à *G. varia* de notre

Gonospora. Il existe en effet chez cette dernière des individus isolés, ils sont même plus nombreux que les couples.

Ainsi qu'on a pu le remarquer par les détails que je viens de donner, notre Grégarine présente avec *G. varia* un certain nombre de caractères communs. D'abord elle parasite le même hôte. C'est ensuite la même forme en massue allongée des adultes, le même mode d'accouplement. Les différences se trouvent dans la forme du sporocyste moins rétréci en bec que ne l'indique Léger ; elles sont donc légères et il n'y aurait pas lieu d'insister si précisément Léger n'avait attribué une valeur spécifique à ce caractère du sporocyste. Cependant si on se reporte aux figures de la description originale (Léger, **1892**, pl. XX), on voit que ce caractère n'a rien d'absolu et qu'il n'y a pas très loin de la figure 5 qui se rapporte à *G. varia* à la figure 7 consacrée à *G. sparsa*. D'ailleurs si par son sporocyste notre Grégarine se rapproche de *G. sparsa*, il ne faut pas oublier qu'elle s'en sépare tout à fait par sa forme acuminée à une seule extrémité chez l'adulte et par son mode d'accouplement non latéral.

En résumé, ainsi d'ailleurs que je l'ai dit plus haut, c'est à *G. varia* Léger que je rapporte l'espèce étudiée dans la présente note.

J'ai beaucoup insisté sur cette discussion. Ce n'est pas inutile. Lorsqu'il s'agit de l'étude de phénomènes qui semblent varier, au moins dans le détail, chez des formes cependant très voisines, il est de toute nécessité de définir d'une façon absolument précise celles sur lesquelles a porté l'observation.

Les kystes recueillis en grand nombre ont été fixés par une immersion de vingt-quatre heures dans le mélange suivant :

Acide picrique	1 gr.
Acide acétique	10 c. c.
Formol (solution aqueuse du commerce) . . .	50 c. c.
Alcool à 75°	150 c. c.

Après inclusion dans la paraffine, les kystes sont débités en

séries et colorés à l'hématoxyline de Heidenhain. L'immersion dans le bain d'alun de fer à 5 p. % dure vingt-quatre heures, elle est prolongée pendant trente-six dans la solution aqueuse d'hématoxyline à 0.5 p. %. Après décoloration, les coupes sont traitées au cours de leur déshydratation par une solution d'éosine et d'orange dans l'alcool à 80°.

Cette méthode dont je dois les grandes lignes aux indications toujours profitables du Professeur Duboscq, est précieuse pour l'étude des divisions nucléaires : elle est particulièrement remarquable pour l'analyse des sphères attractives et la démonstration des centrioles.

Les résultats des recherches que je résume ici n'ont pas, je le sais, la valeur d'une solution complète. Le processus de la reproduction des Grégarines considérées n'est pas totalement élucidé, mais, bien que quelques détails manquent encore, les faits observés présentent suffisamment d'intérêt pour être publiés isolément.

Ainsi que je l'ai dit précédemment, l'ensemble des dernières recherches tend à faire considérer comme règle l'existence exclusive de l'isogamie chez les Monocystidées. Toute infraction à un tel principe a donc quelque importance, surtout quand les circonstances qui accompagnent la découverte de ces infractions permettent d'entrevoir que cette règle de l'isogamie des Monocystidées ne doit peut-être son origine qu'à des observations rendues incomplètes par la difficulté particulière de l'étude de la question.

C'est un fait certain que le dimorphisme sexuel, s'il existe chez les diverses Monocystidées étudiées jusqu'ici, est fort peu accusé. L'exemple des Grégarines que j'ai eues sous les yeux et où j'ai observé ce dimorphisme montre de plus que les caractères différentiels déjà si subtils des gamètes n'apparaissent nettement qu'à partir de la dernière division nucléaire. Or la multiplication des noyaux marche très vite, le temps de la fécondation est court et l'on ne doit pas être surpris, si l'on n'a pas à sa disposition un matériel très nombreux, de ne pas posséder le stade démonstratif du dimorphisme des élé-

ments reproducteurs. J'ai examiné près de 1500 kystes d'*Urospora*, environ 1200 de *Gonospora*, j'ai vu deux fois les gamètes et leur copulation chez *Urospora*, je n'ai pas encore réussi à les découvrir chez *Gonospora*. Ces formes marines constituent, il est vrai, un matériel peu favorable, au moins pour *Urospora*, bien que ce soit cependant avec cette dernière que j'ai obtenu les meilleurs résultats, mais cela pour une raison toute particulière : j'ai recueilli trop tardivement mes kystes de *Gonospora*.

Chez *Urospora lagidis* et chez *Gonospora varia* la formation des couples et l'évolution des kystes ne s'opèrent que pendant une période de l'année bien déterminée et fort courte, celle qui correspond à la maturation ultime des éléments reproducteurs de l'hôte et à leur rejet à l'extérieur. CAULLERY et MESNIL (**1898***a*) ont observé eux aussi cette concomitance de développement des kystes du parasite et de la mise en liberté des produits génitaux de l'hôte, pour *Gonospora longissima*, Grégarine cœlomique de *Dodecaceria concharum*. Chez nos Annélides la seule période où puisse se faire la récolte de matériel favorable pour l'étude de la genèse des gamètes dure environ une vingtaine de jours. Passé ce délai on n'obtient plus que des kystes contenant des sporocystes développés. Lorsqu'il s'agit d'animaux accessibles seulement quand la marée atteint une certaine amplitude, on voit combien devient difficile la constitution d'un stock de kystes suffisant pour qu'on ait quelque chance de posséder tous les stades de l'évolution.

Les kystes obtenus jusqu'ici, je les ai tous fixés. Il eût été cependant nécessaire de les examiner sur le vivant, mais leur opacité rendant impossible toute observation par transparence, j'aurais été obligé de les écraser et il me paraissait dangereux de sacrifier un matériel précieux avant d'en avoir obtenu tout ce que les coupes pouvaient donner. Celles-ci faites, il était trop tard pour procéder dans l'année à de nouvelles observations.

L'enkystement. Rapports des associés dans le kyste.

Chez *Gonospora* comme chez *Urospora*, le processus de la sporulation débute par le rapprochement et l'association de deux individus, leur condensation respective et la sécrétion d'un kyste.

L'enkystement solitaire est exceptionnel, il ne semble pas être suivi d'une multiplication nucléaire normale, les noyaux présentant, en effet, dans ce cas, une variabilité dans les dimensions tout-à-fait exagérée. De plus, le kyste formé autour d'un unique individu est de bonne heure attaqué par les phagocytes, il devient indubitablement leur proie[1].

La presque unanimité des observations récentes[2] montre que dans tous les groupes de Grégarines l'accouplement est le prélude normal de la constitution du kyste, il est donc nécessaire d'appeler tout particulièrement l'attention sur les faits signalés par Cecconi (**1903**) qui, chez *Monocystis agilis*, décrit des enkystements solitaires suivis de conjugaisons de kystes et qui, tout en nous disant « être porté à croire que les sporocystes sont formés par la copulation de sporoblastes provenant de syzygites différents », néglige de nous renseigner d'une façon précise sur le mode de disparition de la double cloison qui sépare nécessairement les éléments de deux kystes associés.

[1] Chez *Urospora*, les phagocytes ne commencent à entourer le kyste que lorsque l'évolution de ce dernier est suffisamment avancée. Cuénot (1900) a fait pour les *Diplocystis* du Grillon une observation de même ordre. Il y aurait subsistance pendant un certain temps et diminution progressive ensuite du chimiotactisme négatif qui défend les formes végétatives. Voici une observation très suggestive à cet égard : J'ai eu l'occasion d'examiner un kyste d'*Urospora* dans lequel l'un des conjoints était mort et en pleine dégénérescence, tandis que l'autre semblait par son aspect sain poursuivre l'évolution normale ; toute la surface du kyste correspondant à l'individu atteint était recouverte d'un épais manteau de phagocytes, le reste en était totalement dépourvu.

[2] Caullery et Mesnil ont à diverses reprises (**1898**, **1899**, **1900**) attiré l'attention sur les enkystements indifféremment solitaires ou doubles que présentent certaines Grégarines parasites de Polychètes, *Gonospora longissima* Caull. et Mesn., *Selenidium echinatum* Caull. et Mesn., *Selenidium sp.* de *Spio Martinensis* Mesn. L'évolution serait la même dans les deux cas, elle aboutirait toujours à la formation de sporocystes. Il s'ensuivrait la possibilité pour ces Grégarines, ou bien d'une reproduction parthénogénétique, ou bien de copulations entre les sporoblastes provenant d'un unique individu.

Il est un autre point sur lequel j'ai particulièrement besoin d'insister. Quels sont jusqu'à la copulation des sporoblastes, les rapports des deux associés dans leur kyste commun? Dans mon précédent travail (**1904**), j'ai cru devoir décrire et figurer, en faisant toutefois de formelles réserves basées sur l'excessive pauvreté de mon matériel d'alors, un fait sur lequel il me faut revenir. Sur la vue d'une seule préparation, j'ai dit que la ligne de contact des deux Grégarines associées semble discontinue au stade des divisions successives des petits noyaux, c'est-à-dire bien avant la formation des gamètes, et qu'il paraissait y avoir à ce moment, et cela sur une certaine étendue, fusion des deux cytoplasmes et échanges possibles entre ceux-ci. Eh bien, c'est là une indubitable erreur, les réserves que je faisais n'étaient que trop fondées. J'avais eu sous les yeux une préparation défavorable que des observations ultérieures nombreuses me permettent d'expliquer différemment et surtout plus correctement. Ce qui est vrai, c'est que l'individualisation des deux syzygites reste absolue jusqu'au moment de la conjugaison des gamètes; là seulement se produit le mélange protoplasmique.

Chez nos Grégarines, dans la majorité des cas, la surface de contact des deux associés est sensiblement plane. On n'observe même pas ces rapports plus intimes il semble que Siedlecki (**1899**) voit chez *Monocystis ascidiae* où l'un des conjoints s'enfonce dans l'autre, que Léger et Duboscq (**1903**) décrivent chez *Pterocephalus nobilis*, Léger (**1904**, **1904** *a*) chez *Diplocystis Clerci* et chez un Actinocephalide parasite des larves de Calosome, différents cas où l'un des syzygites est réduit à l'état de simple calotte. J'ai cependant rencontré accidentellement dans les kystes d'*Urospora* quelques exceptions. Chez *Urospora*, lors de l'accouplement, les deux individus qui s'accolent se contournent plus ou moins l'un autour de l'autre. Toute trace de cette disposition disparaît très généralement au cours de la condensation qui suit l'association. Elle peut cependant persister sous forme de rides, de sillons plus ou moins profonds gaufrant la surface des Grégarines. On comprend alors qu'une coupe orientée favo-

rablement rencontrant l'un de ces sillons, présentera une ligne de section qui pourra ne pas être totalement transversale. C'est ce que j'ai représenté (**1904**, pl. VIII, fig. **71**) en en donnant une interprétation inexacte. J'ai d'ailleurs observé des figures beaucoup moins simples, ayant cependant encore la même origine : des images semblables comme disposition générale à la figure 106 de MINGAZZINI (**1893**), à la figure 47 de CUÉNOT (**1901**), des aspects encore bien plus compliqués sont dus, pour les Grégarines que j'ai étudiées, au contournement plus ou moins accusé de chacun des deux conjoints.

L'individualisation prolongée des deux associés dans le kyste ne paraît pas être sans exception dans l'histoire des Grégarines. Si CUÉNOT (**1899**) en démontrant l'inexactitude des conclusions de WOLTERS (**1899**), a observé, chez le *Monocystis* du Lombric, le premier exemple de cette longue individualisation, si SIEDLECKI (**1899**), CUÉNOT (**1901**), LÉGER et DUBOSCQ (**1903**), BERNDT (**1902**), LÉGER (**1904**) la retrouvent chez un certain nombre de formes appartenant aux groupes les plus divers, si j'apporte aujourd'hui de nouvelles observations du fait, il reste cependant le cas de *Cystobia*, cas pour lequel, en raison même du phénomène, WOODCOCK (**1904**) a cru devoir créer la division des Grégarines néogames. Chez *Cystobia*, et principalement chez *C. Minchinii* Woodcock, l'accouplement précoce serait suivi, alors que les parasites ne sont guère plus que des sporozoïtes, de la fusion des deux cytoplasmes, les noyaux seuls restant distincts. L'aspect d'une Grégarine monocystidée pourvue de deux noyaux que présente *Cystobia* n'aurait pas d'autre raison[1].

Les divisions nucléaires. La mitose.

Peu après l'enkystement commence dans chacune des deux Grégarines associées la multiplication nucléaire dont le but est la forma-

[1] A rapprocher de ces faits les observations de CAULLERY et MESNIL (**1898**) sur *Gonospora longissima*. Chez *G. longissima*, en effet, « il se forme des chaînes ou *associations* de deux ou plusieurs individus » et dans certains cas les auteurs ont vu « *avec une entière certitude* que la cloison de séparation entre deux individus associés était détruite ; les mouvements des granules et le déplacement des noyaux ne laissent aucun doute relativement à ce fait ». Il y a là, on le voit, une grande analogie avec ce qui est decrit chez *Cystobia*.

tion des noyaux des sporoblastes. La plupart des observateurs qui ont pu suivre, soit en totalité, soit partiellement, cette multiplication nucléaire, HENNEGUY (1897), WOLTERS (1891), CUÉNOT (1899, 1901), MRAZEK (1899), SIEDLECKI (1899), PROWAZEK (1902), LÉGER et DUBOSCQ (1900), LÉGER (1904) l'ont décrite comme une succession ininterrompue de divisions mitotiques. Le processus semble donc assez général, il présente cependant des exceptions, peu nombreuses encore, il est vrai. Chez un *Selenidium* indéterminé, parasite de *Spio Martinensis* Mesn., CAULLERY et MESNIL (1900) ont observé un mode de division nucléaire très particulier rappelant d'une façon remarquable la division nucléaire qui aboutit à la constitution des microgamètes d'*Eucoccidium Eberthi* et celle qui conduit à la formation des macrogamètes d'*Adelea ovata*. Chez le *Selenidium* de *Spio* on assiste en effet après l'enkystement qui est solitaire ou double « à la formation endogène des noyaux des sporoblastes à l'intérieur du noyau primitif de la Grégarine, qui se transforme peu à peu sans se diviser. » Le phénomène s'accomplit sans le concours de centrosomes et de fuseaux achromatiques. Le noyau originel ne perd ses contours précis qu'au moment où les noyaux dérivés sont mis en liberté. « C'est là un processus plus voisin de la division directe que de la karyokinèse. »

Je rappelle que d'après WOODCOCK (1904), les premières divisions nucléaires seraient complètement amitotiques chez *Cystobia irregularis*, les dernières s'effectuant, par contre, suivant le mode indirect.

Je n'ai pas eu la bonne fortune de rencontrer chez mes Monocystidées la première fragmentation du noyau. Il ne m'est donc pas permis d'attribuer à cette première fragmentation une modalité déterminée, cependant ce que j'ai pu observer des phénomènes précurseurs de la division concorde si bien avec les descriptions des auteurs qui ont vu une mitose initiale, que je suis porté à considérer comme devant être également mitotique la première division nucléaire dans les kystes d'*Urospora* et de *Gonospora*. D'autre

part, c'est uniquement suivant le mode indirect que s'opèrent toutes les divisions nucléaires ultérieures dont nous allons maintenant nous occuper.

Tous les petits noyaux, quelle que soit la génération à laquelle ils appartiennent, en exceptant toutefois la dernière, présentent respectivement dans l'une comme dans l'autre des deux Grégarines étudiées ici la même constitution : ils ne diffèrent que par leur volume.

Chez *Urospora lagidis* ce sont de petits ovoïdes remarquablement pauvres en substance chromatique. Celle-ci est réduite en effet à quelques croûtelles et à quelques grains plus spécialement localisés sur la membrane nucléaire et à son voisinage. Tout karyosome un peu volumineux fait défaut. A l'un des pôles du noyau un cône surbaissé porte à son sommet un centrosome punctiforme, ou mieux un centriole d'où émanent de fines fibrilles radiaires. Ce cône s'appuie par sa base sur une volumineuse plaque polaire achromatique (pl. II, fig. 7).

Les phénomènes de division débutent par la duplication du centriole et du cône d'attraction (pl. II, fig. 8, 9, 10). Les deux appareils s'éloignent l'un de l'autre en glissant sur la surface nucléaire et se placent respectivement aux deux pôles du noyau (pl. II, fig. 11). Pendant cette translation, la chromatine s'est disposée en un grêle spirème granuleux (pl. II, fig. 9, 10). Ce spirème se pelotonne au centre du noyau et se coupe en huit anses chromatiques (pl. II, fig. 11). La plaque équatoriale est formée. Elle est située dans le plan transversal de symétrie d'un fuseau totalement intranucléaire aboutissant à ses deux extrémités aux centrioles seuls situés hors de la membrane (pl. II, fig. 12). Celle-ci persiste longtemps.

De chaque côté de la plaque équatoriale et s'étendant jusqu'au centriole se trouve une grosse sphère homogène acidophile. C'est l'éloignement progressif réciproque des deux sphères qui amène la scission des chromosomes, leur déplacement, l'écartement de la membrane nucléaire et l'étirement du fuseau (pl. II, fig. 13). Les

chromosomes ne cheminent pas en effet isolément et librement sur un fuseau, ils sont toujours accolés aux deux sphères et ne font que suivre ces dernières dans leur éloignement réciproque (pl. II, fig. 14). Les centrioles, quelquefois géminés, sont toujours situés à la périphérie des sphères, jamais dans leur intérieur. Ce sont eux et non les sphères qui forment le centre des asters terminaux. Ceux-ci n'envoient pas dans tous les sens des radiations égales et rectilignes. Les rayons tendent à se courber et à s'allonger dans une direction semblable à celle des fibres du fuseau unissant les chromosomes (pl. II, fig. 13, 14).

La constitution des petits noyaux de *Gonospora varia* rappelle beaucoup la disposition observée chez *Urospora lagidis*. La substance chromatique est cependant un peu plus abondante, sans qu'il y ait toutefois présence de karyosomes volumineux. L'appareil centrosomien est le même ; il se compose encore d'un cône attractif surbaissé, muni d'un centriole à son sommet et reposant par sa base sur une plaque polaire (pl. II, fig. 15).

La difficulté de la coloration, plus grande chez *Gonospora* que chez *Urospora*, ne me permet pas de donner des images aussi nettes de la mitose. La membrane nucléaire semble disparaître d'une façon plus précoce. Le fuseau est beaucoup plus grêle ; les masses terminales ne sont plus sphériques, elles sont ici conoïdes : leur sommet un peu empâté dans mes préparations par la laque ferrique est bien probablement occupé par un centriole simple ou géminé ; en tous cas, c'est de ce sommet que partent les radiations des asters. Les chromosomes aux différents stades de la métaphase et de l'anaphase se sont toujours présentés comme une masse chromatique compacte inanalysable (pl. II, fig. 16, 17). Cet aspect tient évidemment à la nature du matériel peu favorable pour les colorations.

Les différents auteurs qui ont porté leur attention sur les phénomènes nucléaires qui se passent dans le kyste des Grégarines, ont généralement signalé la présence dans les mitoses de volumineuses sphères attractives. Aucun d'eux, sauf Léger et Duboscq (**1903**) pour

Pterocephalus. Léger (**1904**) pour *Stylorhynchus*, n'a signalé ce grain éminemment sidérophile qu'est le centriole. Cuénot (**1900**) qui a étudié de près la division indirecte chez les Grégarines ne le figure pas dans ses « amas archoplasmiques formés de courtes stries émanant d'un centre » (fig. 11 à gauche), dans ses « magnifiques et volumineux centrosomes » (fig. 18), dans ses « sphères attractives avec aster et centrosomes » (fig. 55).

Prowazek (**1902**) dont le matériel est le même qu'une partie de celui de Cuénot annonce l'impossibilité où il s'est trouvé de mettre le centriole en évidence. Les autres observateurs sont généralement muets sur la question. La présence de centrioles, certaine pour *Urospora*, bien probable pour *Gonospora* apporte donc de nouveaux exemples d'un fait encore peu connu.

Maintenant quelle est la valeur de la masse sphérique ou conoïde dont nous constatons l'existence aux extrémités du fuseau? Est-ce une sphère attractive? Léger et Duboscq (**1903**) le pensent. L'absence de radiations autour de ces masses, la position périphérique des centrioles et la disposition exclusive des asters autour de ceux-ci pourraient faire douter de la correction d'une telle interprétation, si le rôle que paraissent jouer les masses en question dans la séparation des chromosomes et l'étirement du fuseau n'étaient un sérieux argument en faveur de son adoption. En tous cas, si l'on accepte l'interprétation que proposent Léger et Duboscq, on conviendra qu'on a affaire ici à des sphères attractives bien spéciales dont l'origine, exclusivement intranucléaire, est incontestable.

Une particularité intéressante des petits noyaux de nos Grégarines réside dans leur pauvreté en chromatine et l'absence de karyosome. Faut-il voir une relation entre cette absence de karyosome et l'absence également constatée de ce chromosome axial que Léger et Duboscq (**1903**) ont observé dans la mitose de *Pterocephalus* et que Prowazek (**1902**) a également figuré chez *Monocystis*? Le rapprochement est à faire, puisque Léger et Duboscq disent que « le chromosome axial paraît en se condensant donner naissance au premier karyosome ».

La genèse des gamètes et la fécondation.

Les multiplications nucléaires marchent parallèlement dans les deux associés d'un kyste commun, mais au début toutes les mitoses sont loin d'être synchroniques dans chacun d'eux. Il n'est pas rare d'observer dans l'un des syzygites la présence simultanée de noyaux appartenant à diverses générations. Tout se régularise dans la suite et lorsqu'on approche de la formation des sporoblastes tous les petits noyaux sont au même stade et de même volume. On observe alors des crises de mitoses qui intéressent simultanément la totalité des noyaux des deux Grégarines à la fois. Siedlecki (**1899**, fig. 14) d'ailleurs a très exactement représenté le phénomène.

On vient de voir que j'attribue simplement à un nombre de divisions antérieures inégal, les différences de volume quelquefois cependant considérables que présentent les noyaux d'un même kyste. On ne saurait en effet ici, à l'exemple de Léger (**1904**), faire de distinction entre les noyaux, les uns étant des noyaux somatiques, les autres des noyaux germinatifs. Sauf les dimensions, tous les caractères sont les mêmes, et, ainsi que je viens de le dire, l'irrégularité dans le volume n'est que momentanée. De plus, je n'ai jamais observé de mitoses particulières à une certaine catégorie déterminée de noyaux, ni aucune trace de dégénérescence nucléaire amenant la disparition de certains d'entre eux.

La multiplication nucléaire parvenue à son terme, chacune des Grégarines enkystées se découpe en un corps lascinié dont les circonvolutions présentent une disposition beaucoup plus compliquée que ne l'indique Siedlecki pour *Monocystis ascidiae*. Tous les noyaux se portent à la surface de ce corps lascinié et c'est seulement à ce moment qu'apparaissent nettement des caractères différentiels entre les deux Grégarines d'un même couple.

Tout ce que je viens de dire peut se rapporter indifféremment à *Urospora lagidis* et à *Gonospora varia*. Pour l'exposition des phé-

nomènes ultérieurs, je suis obligé de prendre séparément chacune de ces deux formes.

Examinons d'abord le cas d'*Urospora*. Les différences les plus essentielles que présentent les deux associés d'un même kyste résident dans la constitution des noyaux et de l'appareil centrosomien qui leur est annexé.

Chez l'une des Grégarines les noyaux sont plus petits, plus densément chargés de chromatine. ils sont surmontés d'un cône attractif étroit et allongé au sommet duquel on peut distinguer la présence d'un centriole punctiforme. Ces longs cônes tournés vers l'extérieur sont placés à l'extrémité des saillies déjà déterminées sur le corps grégarinien par la disposition superficielle des noyaux et la tendance à l'isolement des sporoblastes.

Cet ensemble de caractères donne à l'une des Grégarines un aspect hérissé très remarquable (pl. II, fig. 1).

Dans la seconde Grégarine, les noyaux sont plus volumineux, la chromatine appliquée ici sur la membrane est en quantité moindre. La saillie du cône attractif tourné encore vers l'extérieur est très atténuée.

Il ne s'agit pas, ainsi qu'on pourrait être tenté de le croire, d'une différence provenant uniquement de ce fait que l'une des Grégarines est en avance sur l'autre d'une ou plusieurs divisions nucléaires. Ces caractères différentiels, nous les retrouverons dans les gamètes libres et nous pourrons constater en outre que les noyaux de ceux-ci correspondent bien respectivement comme dimensions à ceux dont je viens de donner la description.

Le cytoplasme apporte lui aussi sa contribution à la différenciation des deux syzygites. Plus colorable chez l'individu à petits noyaux, il semble devoir cette propriété à la fois à la dimension moindre des mailles du réseau qui le constitue et à une affinité plus grande de ses éléments pour les substances tinctoriales.

Bien que de formes très voisines et de dimensions sensiblement égales, les sporoblastes libres d'*Urospora* appartiennent incontesta-

blement à deux catégories et présentent dans chacune d'elles des caractères respectifs qui permettent de déterminer leur origine précise.

Tous les sporoblastes sont sensiblement piriformes avec noyau périphérique, mais les uns présentent un noyau de dimension moindre et plus chromatique uni à un rostre saillant, tandis que les autres avec un noyau plus volumineux et moins colorable n'ont qu'un rostre atténué (pl. II, fig. 2, 3). Il est de toute évidence que les premiers proviennent de la Grégarine chez laquelle j'ai décrit un stade à très petits noyaux et que les seconds dérivent de l'autre Grégarine.

Ainsi donc, chacune des deux Grégarines d'une syzygie donne naissance à des sporoblastes d'une catégorie spéciale. Quelle est donc la destinée de ces sporoblastes différents ?

A côté d'éléments uninucléés appartenant aux deux formes que je viens de décrire et mêlés à eux, on observe dans les kystes fixés à un stade favorable, d'autres éléments munis ceux-ci de deux noyaux toujours inégaux (pl. II, fig. 4). Ces éléments qu'on doit évidemment interpréter comme représentant des fécondations, nous apportent la preuve que les copulations s'opèrent entre éléments différents. L'anisogamie si elle ne présente pas un degré hautement accusé, est cependant réelle.

Dans les copula le rostre a disparu, les noyaux sont retirés à l'intérieur, et il ne nous est pas possible de savoir lequel de ces derniers est d'origine extérieure : nous pouvons affirmer que les gamètes sont de sexe différent, nous ne sommes pas en mesure d'attribuer à chacun d'eux un sexe déterminé. L'étude sur le vivant eût été ici nécessaire ; elle aurait sans doute permis de résoudre la question. J'ai donné précédemment les raisons qui m'ont empêché jusqu'à ce moment de l'entreprendre.

Si l'on veut bien se reporter à la discussion que j'ai donnée ailleurs (**1904**) du remarquable mémoire de Siedlecki (**1899**) sur *Monocystis ascidiae*, on constatera que j'ai émis l'hypothèse qu'une lacune

s'était glissée dans la série des préparations fixées de cet observateur et que le stade des gamètes libres lui avait sans doute échappé. Je me fondais pour soutenir cette hypothèse — que je crois devoir maintenir — sur l'absence de la mention de cils dans la description des sporoblastes de *Monocystis ascidiae*. On remarquera que je ne décris pas davantage de cils chez *Urospora*. Je n'en ai pas, en effet, observé. Sont-ils passés inaperçus? Il se peut. Mais, d'un autre côté, n'ayant pas fait d'observations sur le vivant, je n'ai pu m'assurer si certains des sporoblastes présentent des caractères de mobilité. La danse des sporoblastes existe-elle chez *Urospora*? Rien *à priori* ne permet de l'affirmer ou de le nier. Cependant si cette danse n'a pas lieu, l'absence de cil est toute naturelle. Mais peut-on concevoir que cette danse n'ait pas lieu, n'est-elle pas nécessaire au mélange des deux catégories d'éléments que leur origine respective dans des hémisphères différents tend à maintenir séparés ? Les mouvements continuels de l'hôte me paraissent suffisants pour assurer ce mélange, d'autant plus que la disparition par dégénérescence liquéfiante du soma grégarinien donne aux sporoblastes un espace considérable qui favorise leur brassage. Quoi qu'il en soit, il y a ici dans mes observations une lacune importante que je ne dissimule pas et que je tenterai de combler par des recherches ultérieures.

J'ai eu à ma disposition un nombre trop peu considérable de kystes de *Gonospora* aux stades qui précèdent celui des sporocystes développés pour avoir pu faire sur cette Monocystidée des observations étendues. Cependant quelques préparations m'ont donné des faits intéressants ; elles permettent de penser qu'il existe chez *Gonospora* un processus sexué analogue, sinon identique même dans ses détails, à celui que présente *Urospora*. Nous retrouvons chez *Gonospora* le découpement en lanières des deux syzygites, l'émigration de tous les noyaux à la surface de ces lanières et, ce qui est plus important, les mêmes différences entre les associés que celles observées chez *Urospora*. Voici une préparation très démonstrative à ce point de vue (pl. II, fig. 5). Le détachement presque complet d'élé-

ments uninucléés aux dépens de l'une des Grégarines annonce que nous touchons au moment de la mise en liberté des sporoblastes, qu'en tous cas les divisions nucléaires sont terminées. Eh bien, nous observons ici encore la présence de petits noyaux très chromatiques avec cône saillant chez l'un des syzygites, la présence de noyaux plus volumineux moins riches en substance colorable avec appareil centrosomien plus atténué chez l'autre. De plus la différence de chromaticité des cytoplasmes déjà signalée chez *Urospora*, s'observe ici à un degré beaucoup plus accusé et semble aussi prendre en partie son origine dans l'inégalité des mailles du réseau cytoplasmique des deux associés.

Je n'ai pas eu sous les yeux les gamètes libres, mais les faits que je viens de décrire tendent à faire supposer qu'ils présentent avec les gamètes d'*Urospora* une grande ressemblance.

Conclusion

La principale raison d'être de cette note est de montrer que l'anisogamie peut s'étendre aux Grégarines monocystidées. Mes observations démontrent en effet que chez *Urospora*, et très vraisemblablement chez *Gonospora*, il existe deux sortes de gamètes, que les gamètes qui copulent deux à deux sont dissemblables et qu'enfin chacune des deux Grégarines associées ne donne naissance qu'à une seule sorte de gamètes[1].

Est-ce là un fait entièrement nouveau pour les Monocystidées ? Certainement dans son énoncé. Peut-être pas dans sa représentation.

[1] Peut-on tirer quelque conséquence générale de la grande ressemblance que présentent entre eux, là où ils sont connus, les gamètes ♂ et ♀ des Monocystidées ? L'égalité absolue des éléments d'une copulation pouvant être considérée comme le caractère primordial, le cas des Monocystidées étudiées ici marque une première étape dans la voie de l'anisogamie, anisogamie dont le maximum est actuellement réalisé chez les Grégarines par *Pterocephalus*. Le dimorphisme peu accusé des gamètes de Monocystidées a donc pour nous la valeur d'un caractère relativement primitif, d'autant que sur ce caractere le degré de parasitisme ne semble pas avoir de prise. Il en est tout autrement de la simplicité relative de l'organisation de Monocystidées adultes. Rien n'indique que cette simplicité soit primitive : lorsqu'il s'agit d'organismes dont l'habitat cœlomique réalise un degré élevé de parasitisme, la plus grande réserve s'impose dans l'appréciation de la valeur des caractères morphologiques de l'adulte, nous observerons cette réserve.

Reportons-nous en effet aux figures des mémoires de Cuénot (**1901**) et de Prowazek (**1902**) et rappelons les caractères différentiels des gamètes ♂ et ♀ d'*Urospora*. L'une des principales différences réside dans le volume respectif des deux noyaux. Or voyez les figures 22 et 23 de Cuénot. Ces figures représentent la copulation des gamètes chez un *Monocystis*. On constate que dans chacune d'elles un noyau est manifestement plus petit que l'autre. La différence est moins accentuée, il est vrai, dans la figure 21 où de nombreuses fécondations sont dessinées. Mais n'oublions pas que cette figure 21 est une figure d'ensemble, peut-être moins méticuleusement exacte que les figures 22 et 23 destinées à représenter exclusivement le phénomène même de la fécondation.

L'illustration du mémoire de Prowazek permet des constatations de même ordre. Dans la figure 11, les sporoblastes issus du syzygite inférieur sont remarquablement plus petits que ceux qui dérivent du syzygite supérieur, les noyaux y sont aussi de taille moindre. Le zygote *a* de la figure 12 montre nettement un gros et un petit noyau.

Par ses qualités chromatiques, le cytoplasme peut enfin lui aussi contribuer à la différenciation sexuelle des associés d'un même kyste, les travaux de Léger et Duboscq (**1903**), de Léger (**1904**, **1904** *a*), les présentes recherches le démontrent. La différence de coloration que peuvent offrir les deux syzygites chez *Monocystis ascidiae* et que Siedlecki (**1899**) lui-même met en relief (fig. 14) est donc bien faite pour appeler l'attention et provoquer de suggestives réflexions.

Ainsi des divers caractères qui permettent d'établir l'existence certaine chez *Urospora*, probable chez *Gonospora*, d'un dimorphisme sexuel, les traces se retrouvent dans l'illustration d'un certain nombre de mémoires concluant cependant à l'isogamie des Monocystidées étudiées. il est donc permis d'avancer, il me semble, comme je l'ai d'ailleurs fait au début de cette note, que l'expression dont se servent Caullery et Mesnil (**1904**) pour caractériser l'isogamie « en apparence parfaite » des *Monocystis* n'est pas absolument justifiée.

INDEX BIBLIOGRAPHIQUE

1902. BERNDT (A.). Beitrag zur Kenntnis der im Darme der Larve von *Tenebrio molitor* lebenden Gregarinen. (*Arch. f. Protistenk.*, Bd. I).

1904. BRASIL (L.). Contribution à la connaissance de l'appareil digestif des Annélides polychètes. L'épithélium intestinal de la Pectinaire. (*Arch. Zool. exp.*, [4], T. II).

1898. CAULLERY (M.) et F. MESNIL. Sur une Grégarine présentant, dans son cycle évolutif, une phase de multiplication *asporulée*. (*C. R. Acad. Sc. Paris*, T. CXXVI).

1898 *a*. CAULLERY (M.) et F. MESNIL. Les formes épitoques et l'évolution des Cirratuliens. (*Ann. Univers. Lyon*, Fasc. XXXIX).

1900. CAULLERY (M.) et F. MESNIL. Sur un mode particulier de division nucléaire chez les Grégarines. (*Arch. Anat. microsc.*, T. III.)

1899. CAULLERY (M.) et F. MESNIL. Sur quelques parasites internes des Annélides (*Miscellanées biologiques dédiées au Prof. Giard*).

1904. CAULLERY (M.) et F. MESNIL. Revue de Zoologie. (*Revue Sc. pures et appliq.*, T. XV, n° 12).

1902. CECCONI (J.). De la sporulation de la *Monocystis agilis* Stein. (*Arch. Anat. microsc.*, T. V).

1899. CUÉNOT (L.). Sur la prétendue conjugaison des Grégarines. (*Bibliogr. anat.*, T. VII).

1901. CUÉNOT (L.). Recherches sur l'évolution et la conjugaison des Grégarines. (*Arch. de Biol.*, T. XVII).

1888. HENNEGUY (F.). Formation des spores de la Grégarine du Lombric. (*Ann. Microgr.*, T. I).

1899. LABBÉ (A.). Sporozoa. (*Das Tierreich*, Lieferung 5).

1892. LÉGER (L.) Recherches sur les Grégarines. (*Tabl. zool.*, T. III).

1901. LÉGER (L.). Les éléments sexuels et la copulation chez les *Stylorhynchus*. (*C. R. Acad. Sc., Paris*, T. CXXXIII).

1902. LÉGER (L.). Note sur le développement des éléments sexuels et la fécondation chez le *Stylorhynchus longicollis* F. St. (*Arch. Zool. exp.*, [3], T. X; *Notes et Revues*. nos 4 et 5).

1904. LÉGER (L.). La reproduction sexuée chez les *Stylorhynchus*. (*Arch. f. Protistenk.*, Bd. III).

1904 *a*. LÉGER (L.). Sporozoaires parasites de l'*Embia Solieri* Rambur. (*Arch. f. Protistenk.*, Bd. III).

1903. LÉGER (L.) et O. DUBOSCQ. La reproduction sexuée chez *Pterocephalus*. (*Arch. Zool. exp.*, [4], T. I; *Notes et Revues*, n° 9).

1893. MINGAZZINI (P.). Contributo alla conoscenza degli Sporozoi. (*Ric. Lab. Anat. norm. Univers. Roma*, T. III).

1899. MRAZEK (A.). Studia o Sporozoich. I. Dèleni jaderné o sporulace u Grégarin. (*Vèstnik Kral. ceske spolecnosti nàuk.*).

1904. NUSBAUM (J.). Ueber die geschlechtliche heterogame Fortpflanzung einer im Darmkanale von *Henlea leptodera* Vejd. schmarotzenden Gregarine. — *Schaudinella henleae* mihi. (*Zeitsch f. wiss. Zool.*, Bd LXXV).

1904. PAEHLER (F.). Ueber die Morphologie, Fortpflanzung und Entwicklung von *Gregarina ovata* (*Arch. f. Protistenk.*, Bd. IV).

1902. PROWAZEK (S.). Zur Entwicklung der Gregarinen. (*Arch. f. Protistenk.*, Bd. I).

1898. SAINT-JOSEPH (de) Les Annélides polychètes des Côtes de France [Manche et Océan]. (*Ann. Sc. nat., Zool. et Paleont.*, [8], T. V).

1899. SIEDLECKI (M.). Ueber die geschlechtliche Vermehrung der *Monocystis ascidiae* R. Lank. (*Bull. intern. Acad. Sc. Cracovie*. Déc. 1899).

1891. WOLTERS (M.). Die Conjugation und Sporenbildung bei Gregarinen. (*Arch. f. mikrosk. Anat.*, Bd. XXXVII).

1904. WOODCOCK (H.-M.). On *Cystobia irregularis* (Minch.) and allied « *neogamous* ». Gregarines. (*Arch. Zool. exp.*, [4], T. II ; *Notes et Revues*, n° 8).

EXPLICATION DE LA PLANCHE II

Toutes les figures ont été dessinées à la chambre claire, les préparations colorées à l'hématoxyline de Heidenhain, le matériel fixé au formol picro-acétique à l'alcool.

FIG. 1. *Urospora lagidis* de Saint-Joseph. Portion plus grossie du kyste représenté fig. 6, pour montrer la différenciation des deux sortes de gamètes respectivement aux dépens de chacun des syzygites. × 1000.

FIG. 2 et 3. *Urospora lagidis* de Saint-Joseph. Les deux gamètes. × 1200.

FIG. 4. *Urospora lagidis* de Saint-Joseph. Un zygote. × 1200.

FIG. 5. *Gonospora varia* Léger. Portion d'un kyste à un stade voisin de celui de la mise en liberté des gamètes, pour montrer les différences cytoplasmiques et nucléaires des deux syzygites. × 850.

FIG. 6. *Urospora lagidis* de Saint-Joseph. Kyste à un stade voisin de celui de la mise en liberté des gamètes. × 300.

FIG. 7-14. *Urospora lagidis* de Saint-Joseph. Un des petits noyaux du kyste et sa division. × 1200.

FIG. 15-17. *Gonospora varia* Léger. Un des petits noyaux du kyste et sa division. × 1200.

CONTRIBUTION

A LA

CONNAISSANCE DES HYDRAIRES

DE LA MÉDITERRANÉE OCCIDENTALE

I. — HYDRAIRES GYMNOBLASTIQUES

PAR

Mme S. MOTZ-KOSSOWSKA.

AVANT-PROPOS

Les Hydraires qui font l'objet de ce travail ont été récoltés pendant plusieurs séjours que j'ai fait au laboratoire de Banyuls-sur-Mer, de 1902 à 1904, mais toujours entre la fin de mai et le commencement de novembre. Une bonne partie d'entre eux appartient aux environs immédiats de Banyuls, mais grâce à l'obligeance de M. le professeur Pruvot, qui a mis à ma disposition le vapeur du laboratoire, j'ai pu étendre mes investigations sur les côtes du Roussillon jusqu'à La Nouvelle, d'une part, et, de l'autre, sur les côtes de la Catalogne espagnole jusqu'à Barcelone. L'année dernière, M. le professeur Pruvot ayant organisé pendant l'été une croisière de dragages aux îles Baléares, j'ai pu enrichir ma collection de nombreux Hydraires provenant des côtes de Majorque et de Cabrera.

La plupart des espèces appartiennent à la zone littorale et surtout

aux fonds rocheux; la vase côtière et les sables du large [1], tout en étant très riches en individus, présentent une diversité bien moins grande au point de vue du nombre des espèces. Cela ne semble nullement dépendre de la profondeur, mais seulement de la nature du fond, car toutes les fois que les rochers réapparaissent, même à une assez grande profondeur, on peut être sûr de faire une riche moisson de formes diverses.

Il en est ainsi sur le talus du plateau continental, où l'on trouve de nombreux Hydraires fixés soit à la même roche, soit sur des coraux (*Amphihelia, Lophohelia*) ou sur les radioles de *Dorocidaris papillata*. C'est qu'en effet il y a relativement peu d'espèces possédant des hydrorhizes qui leur permettent de s'enraciner profondément dans la vase; la plupart demandent un support fixe, qui dans les fonds vaseux ne peut leur être fourni que par les coquilles des Mollusques ou par la carapace des Crustacés.

On s'apercevra bien vite en parcourant ce travail que j'ai été amenée à proposer quelques modifications dans le groupement des Hydraires. Cela doit surprendre d'autant moins que la systématique des Hydraires a déjà passé par bien des vicissitudes et que pour le moment nos connaissances sur ce groupe sont encore trop incomplètes pour qu'on puisse songer à en donner une classification définitive. Le dimorphisme de ces animaux obscurcit parfois les affinités qui existent entre les différents groupes et a toujours plus ou moins dérouté tous ceux qui se sont occupés de leur classification.

Tandis que d'un côté LENDENFELD (**1884**) a pris l'existence ou l'absence d'une méduse libre comme critérium pour la division en sous-ordres, tous les autres naturalistes ont été unanimes à baser les grandes divisions des Hydraires sur le trophosome; mais l'accord est bien moins parfait lorsqu'il s'agit de la délimitation des familles et

[1] J'ai toujours suivi dans ce travail, pour les indications d'habitat, la classification des fonds sous-marins établie par M. Pruvot dans ses études sur les fonds et la faune de la Méditerranée occidentale (*Arch. Zool. Exp.* [3] T. II, pp. 599-672, T. V, pp. 511-612 et T. IX, pp. 1-42.)

des genres. Les véritables fondateurs de la systématique des Hydraires, ALLMAN (**1864**) et HINCKS (**1868**), n'attribuaient à la condition du gonozoïde que la valeur d'un caractère générique, mais quelques années plus tard ALLMAN (**1872**) a complètement changé d'opinion à cet égard et a basé sur ce caractère la division en familles. Il en est résulté qu'un groupe présentant une uniformité complète au point de vue du trophosome (Hydractiniidés, Podocorynidés, etc., p. ex.) s'est trouvé scindé en deux ou plusieurs familles, tandis qu'inversement une même famille comme celle des Bimeriidés, par exemple, pouvait renfermer des formes à trophosomes bien différents.

Cette classification a été adoptée par la majorité des naturalistes et ce n'est que vingt ans après l'apparition de la grande « Monographie des Gymnoblastes » que LEVINSEN (**1892**), suivi par BONNEVIE (**1896** et **1897**), et par SCHNEIDER (**1898**), a élevé des critiques contre le système d'ALLMAN et a proposé une classification basée uniquement sur les caractères du trophosome qui interviennent dès lors non seulement dans la délimitation des familles, mais aussi dans celle des genres.

En effet on sait depuis le travail admirable de WEISMANN (**1883**) que tous les gonophores, quelles que soient leurs différences apparentes, se laissent aisément ramener à un type commun. BONNEVIE (**1897**) a fait voir que dans un même groupe tel que celui des Corymorphidés, par exemple, on trouve tous les degrés de passage entre une méduse libre bien développée et un sporophore pur et simple. Mais si ce fait paraît assez péremptoire à l'auteur pour lui faire considérer la condition du gonophore comme un caractère secondaire et inutilisable dans la division en genres, il est amené cependant à faire quelques restrictions. Ainsi, il divise les gonophores sessiles en 3 catégories : *Gonophores médusoïdes*, *pseudo-médusoïdes* et *styloïdes*. Dans les premiers la nodule médusaire se scinde en deux parties, dont l'une donnera les produits génitaux et l'autre un épithélium ectodermique adossé à la lame endodermique primaire ; ces gonophores seuls sont équivalents à une méduse et les formes qui les présentent ne doivent

pas être séparées génériquement de celles qui donnent des méduses libres. Au contraire, on sera fondé à séparer génériquement les espèces qui présentent des gonophores *pseudo-médusoïdes*, c'est-à-dire dans lesquels tout le nodule médusaire a évolué en produits génitaux et celles qui présentent des gonophores *styloïdes* dans lesquels ce nodule ne se forme plus.

Cette classification des gonophores paraît bien artificielle, car nous savons depuis les recherches de Weismann (1883) que la dégradation du gonozoïde peut être plus ou moins prononcée chez *une même espèce* suivant le sexe : ainsi les gonophores femelles de *Campanularia flexuosa* appartiennent au type pseudo-médusoïde, tandis que chez le mâle ils sont *styloïdes* ; de plus, le même auteur a démontré que la simplification du gonozoïde marche toujours de pair avec l'apparition de plus en plus précoce des produits génitaux et correspond ainsi à une abréviation de plus en plus prononcée du développement de la méduse. Il n'y aurait donc pas plus de différence entre un gonophore pseudo-médusoïde et une méduse dépourvue de codonostome et de tentacules, qu'entre celle-ci et une méduse parfaite.

Si Bonnevie a tenté d'utiliser encore les caractères du gonozoïde, de leur côté Levinsen et Schneider ont complètement rompu avec l'ancienne tradition et ont basé leur classification uniquement sur le trophosome.

Mais, si j'admets le principe qui a guidé ces auteurs dans leurs travaux de spécification, j'aurais à formuler pourtant quelques réserves quant à son application. En effet, dans une classification naturelle on doit avant tout se préoccuper des degrés de variabilité de chaque organe et ne baser la division en familles que sur les caractères les plus stables ; or, les essais de classification des auteurs en question ne me semblent pas répondre à ce desideratum.

Ainsi Levinsen prend comme caractère de famille chez les Gymnoblastes la disposition unisériée ou non des tentacules, caractère variable dans de larges limites, même chez une même espèce, et refuse toute valeur à la forme de l'hypostome qui est, au contraire,

d'une fixité presque absolue. J'aurais à adresser un reproche analogue à SCHNEIDER à propos des Calyptoblastes.

L'argument décisif qui m'a fait adopter une classification basée uniquement sur le trophosome, c'est la variabilité assez considérable des gonophores dans les limites d'une même espèce, « allogonie » de GIARD. Le premier cas connu a été constaté par L. AGASSIZ (**1862**) chez *Syncoryne gravata* Str. Wright (*S. mirabilis* Agassiz), qui donnait au début de l'époque de reproduction des méduses parfaites du type *Sarsia*, tandis que plus tard on ne trouvait que des méduses dégradées munies d'un gros manubrium gonflé de produits génitaux et dépourvues de tentacules. GIARD (**1898**) a fait une observation analogue concernant *Campanularia calyculata* Hincks qui peut donner parfois des méduses libres du type *Agastra mira* Harth. au lieu des méduses habituelles sessiles et dépourvues de codonostome. L'allogonie est probablement un phénomène plus fréquent qu'on ne le croit et si l'on ne trouve qu'exceptionnellement des cas aussi démonstratifs que ceux qui viennent d'être cités, il y a des variations moins prononcées, telles que l'atrophie plus ou moins accentuée d'un organe, par exemple, dont l'importance a pu échapper facilement à l'observation. Ainsi, j'ai pu trouver une *Hydractinia* (*Podocoryne*) *aculeata* Wagn. dépourvue de toute trace de tentacules, tandis qu'on en trouve des rudiments chez l'espèce type.

Ces faits me paraissent présenter un grand intérêt, car si la conformation du gonophore peut varier chez une même espèce, elle ne peut pas, *a fortiori*, être considérée comme un bon caractère du genre et, par conséquent, une classification naturelle des Hydraires ne peut être basée que sur les caractères du trophosome.

Mais, dans ces conditions, quelle est la valeur qu'on doit attribuer aux différences entre les diverses formes de méduses libres ? Dans la plupart des cas cette question est absolument superflue, car, comme le fait observer SCHNEIDER, les différences profondes entre les méduses sont corrélatives de différences sensibles entre les hydranthes. Pourtant ce n'est pas toujours le cas, et il me suffira de citer

l'exemple de *Bougainvillea*, dont le trophosome présente une affinité très grande avec celui de *Perigonimus*, tandis que les méduses sont nettement différentes. Les auteurs s'accordent à séparer génériquement ces formes et je ne ferai que suivre leur exemple. Mais on trouve parfois des cas absolument opposés : deux formes à trophosomes nettement différents peuvent engendrer des méduses identiques, comme c'est le cas de *Corynopsis Alderi* qui, avec un trophosome d'*Hydractinia*, donne une méduse à tentacules groupés deux par deux, comme chez celle d'une *Bougainvillea*. Peut-on en conclure qu'il existe une parenté étroite entre ces deux formes? Schneider croit que oui et néglige complètement les caractères du trophosome, quant à moi, je ne le crois pas. En effet, rien ne prouve que l'évolution ultérieure de la méduse de *Corynopsis*, que l'on ne connaît qu'au moment où elle se détache de l'hydranthe, restera ultérieurement identique à celle de *Bougainvillea*. De plus, on manque totalement de renseignements sur l'importance de la disposition des tentacules et je ne crois pas, pour ma part, que ce caractère puisse présenter une grande valeur, puisque les tentacules en faisceaux peuvent se présenter sporadiquement chez des familles très éloignées l'une de l'autre : je n'aurai qu'à citer l'exemple de *Nemopsis* dont la méduse présente précisément ce caractère, ce qui n'a pas empêché Hartlaub (**1899**) de la placer dans la famille des Codonidés.

En somme, j'estime que les caractères de *famille* doivent être tirés uniquement du trophosome ; il en est de même en ce qui concerne les caractères de *genre*, sauf chez les formes à méduses libres, où l'on peut tenir compte, en outre, dans une certaine mesure, des caractères de celles-ci.

C'est d'après cette considération que j'ai été amenée à introduire quelques modifications dans la nomenclature habituellement adoptée.

I. — HYDRAIRES GYMNOBLASTIQUES

Fam. **Corynidæ** Allman *ch. emend.*

Incl. : *Syncorynidæ* Allm., *Cladonemidæ* Allm., *Clavatellidæ* Allm., *Cladocorynidæ* Allm. et *Pennaridæ* Allm., *pro parte*.

Hydranthe fusiforme à hypostome conique ou claviforme. Tentacules capités simples ou ramifiés, disposés en spirale ou en verticilles de nombre variable, le verticille inférieur pouvant être formé, dans certains cas, de tentacules filiformes dont la longueur ne dépasse jamais celle des tentacules capités.

Gonophores portés par le corps de l'hydranthe.

La famille ainsi définie correspond à celle de Schneider dont les idées concernant ce groupe me paraissent fort justes. Elle comprend donc les Corynidés, les Syncorynidés, les Cladonémidés, les Clavatellidés, les Cladocorynidés et une faible partie des Pennaridés d'Allman.

Je n'ai pas l'intention de revenir sur les arguments qui servent de base à la classification de Schneider (**1898**), et que le lecteur trouvera exposés dans son travail sur les Hydraires de Rovigno. Quant aux critiques que Bonnevie (**1896**) lui a opposées, elles seront examinées dans le chapitre relatif aux Tubularidés.

Les Corynidés méditerranéens appartiennent aux genres *Coryne* Gärtn., *Syncoryne* Ehrb., *Zanclea* Mac-Crady, *Cladonema* Duj., *Clavatella* Hincks, *Tiarella* Schulze et *Cladocoryne* Rotch. Les trois premiers présentent un trophosome presque identique, et j'admets volontiers avec Schneider que les différences, assez faibles d'ailleurs, dans leurs gonophores ne justifient pas leur séparation générique. *Clavatella*, qui ne se distingue du *Cladonema* que par l'absence du cercle proximal des tentacules, caractère de peu d'importance si on considère que chez les Corynidés le nombre des tentacules tend à diminuer de plus en plus, peut être réunie aisément à cette dernière qui à son tour par l'intermédiaire de *Stauridium* se rattache étroitement à *Coryne* et ne peut pas non plus être considérée comme un bon genre. *Tiarella* est une vraie *Coryne*, mais présente sur les tentacules des deux verticilles proximaux et à leur face externe des

boutons à nématocystes disposés à intervalles assez réguliers ; de plus, les tentacules du cercle distal sont bien plus courts que les autres (1896). Cette disposition est très intéressante parce qu'elle jette un peu de lumière sur l'origine possible du *Cladocoryne* qui constitue un type tout à fait aberrant de la famille. En effet, les tentacules ramifiés qui lui donnent sa physionomie si spéciale pourraient provenir simplement du développement de plus en plus accentué des boutons à nématocystes que l'on trouve à la face externe des longs tentacules de *Tiarella*.

Les seules espèces de Corynidés qu'il m'a été donné de rencontrer sont les suivantes

Coryne vaginata Hincks

Coryne vaginata HINCKS (1861, p. 295.)
Coryne vaginata HINCKS (1868, p. 41, pl. VIII, fig. 1.)

Cette espèce se rencontre assez fréquemment sur les Cystosires dans les environs immédiats du laboratoire Arago. Elle se distingue nettement de la forme de la Manche par son port rabougri et sa ramification très dense ; mais ces caractères sont communs à tous les Hydraires qui vivent sur les Cystosires et doivent être en relation étroite avec cet habitat.

Les gonophores se forment pendant toute la belle saison, de juin à octobre.

Coryne implexa (Alder)

Tubularia implexa ALDER (1857, p. 18, pl. VII, fig. 3-6.)
Coryne implexa ALDER (1857, p. 13, pl. VII, fig. 1-2.)
Coryne briareus ALLMAN (1859, p. 54.)
Zanclea implexa ALLMAN (1864, p. 357.)
Gemmaria implexa ALLMAN (1872, p. 290, pl. VII, fig. 1-10.)

Cette espèce habite la vase côtière et se fixe sur les vieilles coquilles et parfois sur la carapace des Crustacés (*Dromia vulgaris* par exemple). Elle paraît rare dans notre région, car les dragages, quoique répétés assez souvent, n'en ont fourni que deux exemplaires provenant d'une même localité, en face d'Argelès-sur-Mer. L'un d'eux, pêché à la fin de juin, portait des Méduses.

Cladonema radiatum Duj.

Cladonema radiatum [méduse] DUJARDIN (1843, p. 370, et 1845, p. 271, pl. XIV-XV.)
Stauridie [polype] DUJARDIN (1845), p. 271, pl. XIV-XV.)
Cladorema radiatum ALLMAN (1864, p. 360.)

Les colonies de cette espèce se développent assez souvent sur le sable grossier qui garnit le fond des bacs du laboratoire. Les Méduses apparaissent en grande abondance de juin en août, mais on en trouve parfois quelques-unes en octobre.

Cladonema prolifera (Hincks.)

Clavatella prolifera HINCKS (1861, p. 74, pl. VII, fig. 1-2.)
Eleutheria [méduse] KROHN (1861, p. 157.)
Cladonema prolifera SCHNEIDER (1898, p. 493.)

Les Méduses de *Cl. prolifera* ont fait leur apparition à deux reprises dans les bacs du laboratoire vers la fin d'octobre ; mais elles étaient peu nombreuses et devaient marquer la fin de l'époque de reproduction qui, d'après ce qui a lieu à Villefranche-sur-Mer, où cette espèce est très abondante, atteint son maximum d'intensité au printemps.

Cladocoryne floccosa Rotch.

Cladocoryne floccosa ROTCH (1871, p. 228.)
Cladocoryne floccosa ALLMAN (1872, p. 31., fig. 82.)

Cette espèce habite l'horizon moyen de la roche littorale et, de préférence, les endroits très battus (grottes de l'Escala, grotte du Troc). On la trouve fixée soit sur des Algues ou des Eponges encroûtantes, soit sur l'hydrorhize d'autres Hydraires tels que *Eudendrium racemosum* Cav., par exemple ; mais dans la région qui nous occupe elle est assez rare.

Fam. **Tubulariidæ** Allm. *ch. emend.*

Incl. : *Tubulariidæ* Allm., *Monocaulidæ* Allm., *Corymorphidæ* Allm. et *Pennariidæ* Allm., *pro parte*.

Hydranthe en forme de bouteille muni d'un cercle proximal de longs tentacules filiformes et d'un ou plusieurs verticilles de courts tentacules capités ou filiformes, la disposition verticillée pouvant être remplacée par un arrangement en spirale.
Gonophores s'insérant en dedans du cercle proximal des tentacules.

La famille ainsi comprise renferme les Tubularidés, les Monocau-

lidés, les Corymorphidés et une partie des Pennaridés d'Allman. C'est Schneider (1898) qui a fait ressortir le caractère commun à toutes ces familles qui consiste en la présence de longs tentacules filiformes formant un verticille à la base de l'hydranthe.

On voit déjà chez les Corynidés les tentacules filiformes se substituer aux tentacules capités proximaux, mais ils demeurent toujours très courts et ne modifient en rien la physionomie de l'hydrante. Il paraît certain que ces tentacules filiformes, subordonnés au début aux tentacules capités, ont pris ensuite un développement plus considérable et les ont relégués au second plan ; je crois aussi qu'à partir d'un type voisin de *Coryne pintheri* Schn., qui présente au-dessus des tentacules filiformes quatre verticilles de tentacules capités, l'évolution des Corynidés a marché dans deux directions différentes : d'une part, les verticilles capités devenant de moins en moins nombreux, elle a abouti aux Clavatellidés, par l'intermédiaire de *Stauridium* et *Cladonema* et, de l'autre, le grand développement des tentacules filiformes accompagné d'une regression des tentacules capités a conduit aux Tubularidés par l'intermédiaire de *Pennaria* et *Vorticlava*. Toujours est-il que, si la première série présente une continuité presque parfaite, il n'en est pas de même de la deuxième, car on ne connaît pas jusqu'à présent de véritable intermédiaire entre *Coryne* et *Pennaria*. Je ne peux donc pas partager l'opinion de Bonnevie (1896), qui trouve que le caractère tiré des tentacules est artificiel et qu'il n'y a pas plus de différence entre *Coryne* et *Pennaria*, qu'entre cette première et *Stauridium*.

Il m'est impossible aussi d'admettre la manière de voir de cet auteur, d'après laquelle tous les Pennaridés avec les tentacules capités disséminés partageraient avec les Corynidés la propriété de porter les gonophores sur l'hydranthe même, tandis que chez ceux qui n'ont plus qu'un verticille unique de tentacules distaux et rentrent ainsi dans la famille des Tubularidés, ils seraient portés par des blastostyles disposés en cercle en dedans des tentacules proximaux. Bonnevie (1897) a même donné un schéma fort ingénieux

qui montre les relations étroites qui existent au point de vue de la conformation générale entre un blastostyle d'*Hydractinia* et celui de *Tubularia*, en passant par des formes intermédiaires : *Myriothela, Lampra* et *Corymorpha*. Il est incontestable qu'il y a une analogie manifeste entre le blastostyle de *Myriothela* et le prolongement filiforme qui supporte les gonophores de *Tubularia*, mais ce n'est qu'une analogie. En effet, qu'est-ce qu'un blastostyle, sinon un hydranthe plus ou moins modifié ? Et, dans ce cas, il doit occuper une place tout à fait déterminée dans la tectonique de la colonie. Or, si chez *Myriothela* le blastostyle se forme sur le pédoncule de l'hydranthe, c'est-à-dire au point même où doit se former un nouvel hydranthe dans une colonie ramifiée, il n'en est pas de même chez *Tubularia*, et le filament supportant les gonophores chez cette forme me paraît être parfaitement homologue avec le prolongement pectiné qui supporte les gonophores chez une *Clava*. Il ne s'agit là que d'une différence de forme qui est déterminée tout simplement par le mode de développement des gonophores : ils apparaissent les uns à la suite des autres chez *Tubularia* et les uns à côté des autres chez *Clava*.

Pennaria, qui semble être la forme la plus primitive de la famille, présente certaines particularités fort instructives qui permettent de mieux saisir la direction suivant laquelle elle a évolué pour aboutir à un Tubularidé typique. Ainsi, dans *P. symmetrica* Clarke (**1879**) l'hydrante est encore presque ovoïde, comme chez les Corynidés, et les tentacules capités sont plus nombreux ; on en trouve aussi 20 ou 30 chez *P. rosea* Lend. (**1884**), tandis que chez *P. Cavolini* Ehrb., leur nombre ne semble pas dépasser 15 et chez *P. Adamsia* Lend. on n'en trouve plus que 8 arrangés en deux verticilles, ce dernier cas pouvant aussi se rencontrer d'après Pictet (**1893**) chez *P. Cavolini*. Cela prouve qu'il y a chez *Pennaria* une tendance visible à réduire le nombre des tentacules capités, et il n'y a plus qu'un pas à faire pour aboutir à *Vorticlava* qui n'en présente plus qu'un verticille unique.

Les Tubularidés sont représentés dans la Méditerranée par trois genres : *Pennaria* Goldf., *Acharadria* Str. Wright et *Tubularia*. L. SCHNEIDER a réuni les deux premiers en un seul genre de *Pennaria* ; mais il me semble que, si au point de vue de la disposition des tentacules capités ces deux formes se rapprochent beaucoup l'une de l'autre, elles présentent une différence importante dans la forme générale de leurs corps, qui est encore pyriforme à la base chez *Pennaria*, tandis qu'il s'élargit en forme de collerette chez *Acharadria*. Mais si l'on admet le maintien du genre *Pennaria* dans ses anciennes limites, il semble, en revanche, complètement inutile de conserver la séparation générique entre *Acharadria* et *Vorticlava* Alder (**1857**) qui ne se distinguent l'une de l'autre, qu'en ce que la première présente un hydrocaule assez net, quoique d'une minceur extrême, tandis que chez la deuxième le pédoncule de l'hydrante est tantôt nu (*V. humilis* Alder), tantôt entouré d'une pellicule très fine (*V. proteus* Str. Wright).

Les Tubularidés ne sont représentés dans notre région, à ma connaissance, que par les formes suivantes :

Tubularia indivisa L.

Tubularia indivisa LINNÉ (**1758**.)
Tubularia indivisa JOHNSTON (**1847**, p. 48, pl. III, fig. 1-2.)

Cette espèce ne se trouve que sur un petit plateau situé en face du cap de Creus, mais elle y est tellement abondante qu'un seul coup de drague peut en ramener plus d'une centaine d'exemplaires. Elle vit fixée sur des vieilles coquilles ou bien sur des galets de quartz en forme de dragées.

Tubularia larynx Ell. et Sol.

Tubularia larynx ELLIS et SOLANDER (**1786**, p. 31.)
Tubularia coronata VAN BENEDEN (**1844**, p. 49, pl. I, fig. 7-9.)
Tubularia gracilis JOHNSTON (**1847**, p. 52, pl. IV, fig. 3-5.)

Cette espèce habite exclusivement l'horizon moyen de la roche littorale et se trouve de préférence dans les eaux très agitées Elle est

assez rare dans notre région, mais on peut presque toujours en trouver quelques colonies dans les grottes de l'Escala, où elle vit associée à *Aglaophenia octodonta* et *A. Kirchenpaueri*. Sa reproduction a lieu au début de l'été.

Vorticlava larynx (Str. Wrigth).

Acharadria larynx STRETHILL WRIGHT (Micr. Journ. T. III, p. 50, pl. V, fig. 7-8).
Pennaria larynx SCHNEIDER (**1898**, p. 490).

L'habitat préféré de cette espèce est l'horizon moyen et inférieur de la roche littorale (grottes de l'Escala, cap Rédéris, cap l'Abeille) ; exceptionnellement on la trouve aussi dans la vase côtière, en face d'Argelès-sur-Mer, par exemple, fixée sur d'autres animaux (*Microscosmus vulgaris*). Elle ne vit que peu de temps en captivité et se décapite aussitôt après l'apparition des gonophores.

Fam. **Eudendridæ** Allm.

Hydrocaule très généralement ramifié. Hydranthe à hypostome globuleux, entouré d'un verticille parfait de tentacules filiformes.
Sporophores s'insérant sur le corps même de l'hydranthe.

LEVINSEN (**1892**) a fait entrer la famille des Eudendridés dans celle des Bougainvillidés, en se basant sur la disposition unisériée des tentacules ; mais il n'a pas été suivi, même par les auteurs, tels que SCHNEIDER et BONNEVIE, qui ont adopté sa classification dans les traits principaux. En effet, la forme de l'hypostome, qui, à cause de sa stabilité très grande, constitue un des meilleurs caractères permettant une division en familles, la présence d'un anneau de nématocystes vers le tiers inférieur du corps de l'hydranthe, le mode d'insertion des gonophores et la conformation tout à fait aberrante de ses gonophores mâles sont autant de différences qui séparent nettement ces deux groupes. De plus, ces caractères sont tellement tranchés, qu'il semble même difficile d'admettre entre les deux types une parenté, à moins qu'elle ne soit très éloignée.

Les Eudendridés forment donc parmi les Gymnoblastes un groupe

tout à fait à part, groupe d'une uniformité vraiment désespérante. Le seul genre exotique qui s'en approche, *Myrionema* Pictet (**1893**), est un type aberrant et ne peut donner aucun renseignement sur les affinités des Eudendridés avec les autres Gymnoblastes. Il ne reste donc plus à espérer pour combler cette lacune qu'en le hasard heureux de rencontres ultérieures.

La famille des Eudendridés ne comporte donc qu'un seul genre *Eudendrium* Ehrb.: en revanche, le nombre des espèces est très considérable. Presque tous les auteurs qui se sont occupés de ce groupe ont basé leurs espèces surtout sur la conformation de l'hydrocule (fasciculation, annulation), quelquefois sur la taille des hydranthes, le nombre de leurs tentacules, le degré d'atrophie des blastostyles et certaines particularités des gonophores mâles (bi-et pluriloculés).

Or, quelques-uns de ces caractères présentent une variabilité assez étendue : j'ai pu montrer que la fasciculation de l'hydrocaule peut s'accentuer ou bien disparaître chez une même espèce sous l'influence des conditions ambiantes : quant à l'annulation, elle peut varier même dans une même colonie, au moins chez certaines espèces. Je ne veux pas dire que dans certains cas particuliers, ces caractères ne suffisent pas à délimiter deux espèces voisines : ainsi, il est impossible de confondre un *E. rameum* Pallas, chez lequel la fasciculation n'épargne que les rameaux extrêmes, avec une forme fasciculée d'*E. ramosum* L., où la fasciculation s'arrête aux rameaux inférieurs. Il en est probablement de même pour les espèces présentant une annulation très nette de l'hydrocaule, mais dans la majeure partie des cas où on a voulu faire intervenir ce caractère dans les diagnoses, il s'agit de différences à peine sensibles, de différences de plus ou de moins, qui rendent la détermination spécifique très pénible et incertaine.

Il me semble donc qu'il faudrait chercher, conjointement avec ceux-ci, d'autres caractères spécifiques, plus précis, et je crois qu'on peut les trouver dans la constitution de l'hydranthe. En effet, chez un

Eudendrium typique (Pl. III, fig. 19), le corps de l'hydranthe est divisé en deux parties par une encoche : la partie basale, limitée en haut par un anneau de cellules se colorant vivement par les réactifs et considérées par WEISMANN comme des cellules glandulaires (fig. 19, *g*), et la partie supérieure, correspondant à tout le reste du corps de l'hydranthe. L'ectoderme de la partie basale est revêtu d'une pellicule chitineuse parfaitement adhérente (fig. 19, *p*), qui se continue ensuite avec l'hydrocaule. L'existence de cette pellicule est intimement liée à celle de l'anneau glandulaire.

A la base de la partie supérieure se trouve un anneau de nématocystes (*n*), qui dans l'espèce que j'ai prise pour type est formé de grosses capsules allongées disposées isolément. C'est en ce point qu'apparaissent les gonophores chez les hydranthes fertiles.

Ces caractères très stables chez la même espèce, peuvent varier sensiblement à travers la série des Eudendridés ; en effet, tandis que la capsule chitineuse de la base de l'hydranthe s'hypertrophie sensiblement chez *E. vaginatum* Allm., elle disparaît complètement chez *E. fragile* n. sp., trouvé dans la région de Banyuls. De même, l'anneau de nématocystes, qui est formé de petites capsules disséminées irrégulièrement chez *E. racemosum* Cav, n'est plus représenté chez *E. simplex* Pieper que par de gros nématocystes implantés à une certaine distance l'un de l'autre, tandis que chez *E. ramosum* L. ils forment des amas bien localisés. Je ne sais pas si chacune de ces particularités prise isolément peut toujours fournir un bon caractère spécifique, car dans les descriptions des auteurs elles sont le plus souvent passées sous silence, et mes observations personnelles embrassent un nombre insuffisant d'espèces ; mais je crois qu'en combinant ces caractères avec ceux qui ont été employés jusqu'ici, on pourra rendre plus facile la détermination spécifique des Eudendridés.

Eudendrium ramosum (L.)

Tubularia ramosa Linné (1758).
Eudendrium ramosum Ehrenberg (1834).
? *Eudendrium arbusculum* Scheider *non* Wright (1898, p. 477).
? *Eudendrium insigne* Schneider *non* Hincks (1898, p. 478).

Cette espèce est très répandue dans toute la région de Banyuls, où elle est liée toujours à la roche littorale. J'en ai trouvé aussi quelques exemplaires sur les côtes de Majorque et de Cabrera ; de plus, grâce à l'obligeance de M. le docteur Davidoff, j'ai eu à ma disposition un certain nombre de colonies provenant de Villefranche-sur-Mer. Dans tous ces cas on pouvait constater une localisation spéciale des gros nématocystes qui se trouvent au-dessus de l'anneau glandulaire : ils s'associaient généralement par groupes de 4-12 en formant à la surface de l'hydrante de petits boutons plus ou moins proéminents suivant leur état physiologique (fig. 16 *n*). Le nombre de ces boutons urticants varie d'un polype à l'autre, mais en moyenne on en trouve de 4-8 ; dans un seul cas seulement je n'ai pu trouver qu'un bouton unique. On les retrouve aussi très généralement, mais pas toujours, sur les gonophores : chez le mâle on en trouve un au sommet du gonophore : chez la femelle, il est rejeté sur le côté, au point qui correspond à l'extrémité du spadice.

Personne n'a signalé, à ma connaissance, cette particularité chez *E. ramosum* de la Manche et de l'Océan : cela tient peut-être à son absence, ou bien tout simplement à ce que ce n'est pas là un caractère qui saute aux yeux : même, dans certains cas, il est difficile de le constater chez un hydranthe examiné *in toto*, mais quand on l'a vu une fois, on le retrouve toujours. Quoi qu'il en soit, la forme Méditerranéenne présente une affinité trop grande avec celle de la Manche, pour en être séparée spécifiquement, d'autant plus que les grandes oscillations dans le nombre et la taille des boutons urticants prouvent que ce caractère n'est pas définitivement fixé.

L'existence des boutons urticants a été signalée par Schneider (1898) chez un *Eudendrium* qu'il identifie avec *E. arbusculum*

Wright. Cette particularité n'a pas été indiquée par l'auteur de l'espèce, qui ne lui attribue qu'une ceinture de nématocystes, il se pourrait donc que la colonie trouvée par SCHNEIDER fût simplement une forme d'eau assez profonde d'*E. ramosum*. SCHNEIDER signale, il est vrai, deux caractères qui distinguent son espèce d'*E. ramosum* : la taille des hydranthes (de moitié plus petits) et un plus grand développement de la région glandulaire. Je n'ai pas d'expérience personnelle concernant *E. ramosum* pour apprécier la valeur spécifique du premier de ces caractères, mais on peut constater facilement, que chez une espèce voisine, *E. racemosum* Cav., la taille des hydranthes peut varier dans de larges limites. Quant au plus ou moins grand développement de la zone glandulaire, la brièveté de la description m'empêche d'en comprendre la signification ; en effet, chez tous les *Eudendrium* que j'ai pu examiner, cette zône était invariablement formée d'une seule assise de cellules (si l'on trouve deux cellules superposées dans la partie droite de la figure 19, cela tient à ce que la coupe a passé un peu obliquement) ; par conséquent, il ne peut s'agir dans le cas de SCHNEIDER que d'une augmentation de la taille des cellules qui la composent, ou bien d'un amincissement du bord de la cupule chitineuse qui la masque, circonstances que l'auteur passe sous silence.

Il est fort possible aussi que les colonies que SCHNEIDER attribue à *E. insigne* Hincks, correspondent à la forme franchement littorale de *E. ramosum* qui présente généralement dans ces circonstances une coloration rouge-brique. Dans tous les cas il ne s'agit pas là de l'espèce de HINCKS qui présente comme caractère essentiel une annulation nette et complète de l'hydrocaule, comparable à celle d'un *Coryne* (HINCKS **1848**, p. 86.)

Eudendrium rameum (Pallas)

Tubularia ramea PALLAS (**1766**, p. 83).
Tubularia ramea DALYELL (**1848**, T. I, p. 5, pl. VI-IX).
Eudendrium rameum JOHNSTON (**1847**, p. 45, pl. V, fig. 1-2).

Assez rare dans notre région, cette espèce n'habite que l'horizon

inférieur de la roche littorale (cap l'Abeille, cap Peyrefitte.) L'époque de reproduction est plus tardive que chez tous les autres Eudendridés, car dans toutes les colonies observées avant août on ne trouvait encore aucune trace de gonophores.

Eudendrium racemosum (Cav.)

Sertularia racemosa Cavolini (**1785**, p. 73, pl. VI, fig. 1).
Eudendrium racemosum Allman (**1872**, p. 341).

Cette espèce est d'une abondance extrême dans toute notre région; elle est étroitement liée à l'horizon moyen de la roche littorale et se trouve de préférence dans les endroits très battus (grottes de l'Escala, grotte du Troc), où elle vit fixée soit à la même roche, soit sur des Éponges encroûtantes. Sur la pointe du cap de Creus, où l'horizon moyen descend à une profondeur de 80 mètres, ses colonies peuvent atteindre la taille gigantesque de 25 centimètres.

La reproduction a lieu pendant toute la belle saison, mais elle est surtout active au début de l'été.

Eudendrium simplex Piep.

Eudendrium simplex Pieper (**1884**, p. 150).
Eudendrium insigne Markt. *non* Hincks (Marktanner-Turneretscher, **1890**, p. 200).

Cette espèce, assez fréquente dans notre région, ne se trouve pas en dehors des herbiers à *Posidonia Caulini*, dont elle habite les feuilles. Elle a été confondue par Marktanner-Turneretscher avec *E. insigne* Hincks, mais déjà les caractères du trophosome sont amplement suffisants pour séparer les deux formes. En effet, tandis que l'espèce de Hincks présente un hydrocaule franchement et complètement annelé, chez celle de Pieper l'annulation est très vague, irrégulière et jamais complète chez les hydranthes stériles. De même, la disposition si caractéristique des tentacules (alternativement abaissés et dressés) d'*E. insigne*, ne se retrouve plus chez *E. simplex*.

A ces différences, il s'en ajoute encore une autre qui suffirait à elle seule à maintenir la séparation de ces deux espèces : c'est la constitution des gonophores. Déjà en examinant *in toto* un gonophore d'*E. simplex*, on aperçoit entre le spadice et l'ectoderme de petits amas d'aspect granuleux, très réfringents, distribués irrégulièrement et de taille inégale. On en trouve de un à quatre, mais dans la plupart des cas, il n'y a qu'un seul amas assez volumineux occupant le sommet du gonophore : tous les colorants nucléaires s'y fixent d'une façon très énergique.

Toutes ces particularités m'ont fait croire aussitôt, que j'étais en présence de gonophores hermaphrodites et une étude plus complète a justifié ma supposition. En effet, dans un gonophore assez jeune (fig. 18 *sp.*) on voit au-dessous de l'ectoderme un amas de très petites cellules à gros noyaux du type des noyaux dits « poussiéreux » de Regaud, présentant tous les caractères des jeunes spermatoblastes. Des figures caryokinétiques assez fréquentes montrent que la prolifération de ces cellules est fort active. Un peu plus tard (fig. 19, *sp.*), leur aspect change : la chromatine devient compacte et le protoplasma est réduit à un petit bouton elliptique suspendu au noyau.

Mes matériaux ne m'ont pas permis de suivre le développement ultérieur des spermatides, ni d'étudier l'origine du testicule, mais j'ai pu trouver toutefois dans un gonophore en voie de formation (fig. 19, *cg.*) un petit groupe de cellules à protoplasma granuleux ressemblant beaucoup aux jeunes cellules germinales des autres Hydraires. Elles se trouvaient dans l'endoderme au voisinage immédiat de l'ovule, entre les cellules au palissade, représentant la première ébauche du spadice et la lamelle de soutien. Malheureusement, il m'a été impossible de suivre l'évolution ultérieure de ces cellules et j'ai été forcée de remettre à plus tard l'étude de la formation des produits sexuels chez cette espèce.

Endendrium fragile n. sp.

Hydrocaule monosiphoné, simple ou à peine ramifié, vaguement annelé à la naissance des rameaux et s'arrêtant nettement à la base de l'hydranthe. Hydranthe petit, sans cupule chitineuse, ni anneau glandulaire, portant un cercle de nematocystes vers le tiers inférieur du corps.

Gonophores mâles, très peu nombreux (1-4), biloculés, munis généralement d'un bouton terminal formé par le sommet du spadice.

Gonophores femelles inconnus.

Cette espèce habite les fonds à *Cellaria fistulosa* (vase côtière), mais ne se rencontre que très rarement et je n'ai pu en trouver que deux colonies, assez bien développées, il est vrai, mais dont l'une seulement, récoltée à la fin d'octobre, était en état de reproduction.

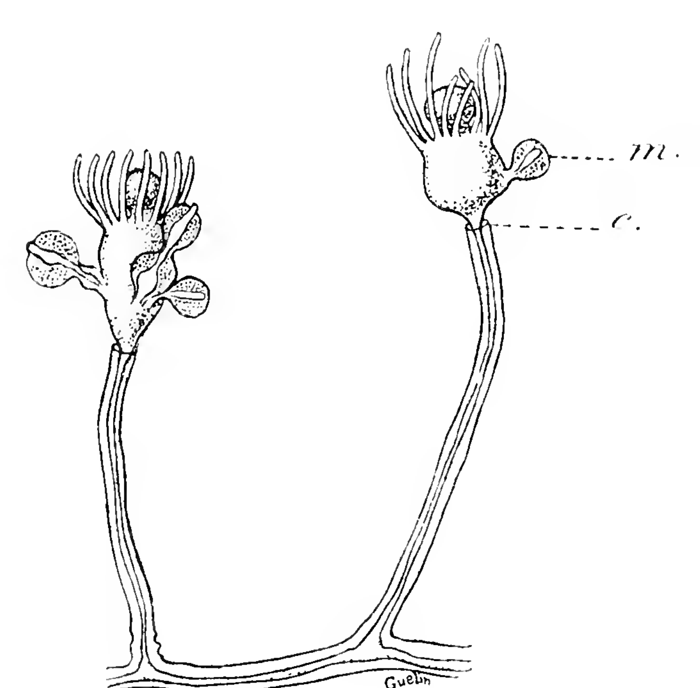


Fig. 1. — *Eudendrium fragile* n. sp., × 43 — c, limite supérieure du périsarc ; *m*, gonophores mâles.

L'hydrocaule d'une minceur extrême, tantôt lisse, tantôt vaguement annelé à la base, porte 2-4 hydranthes, mais assez souvent il demeure simple. Cet habitus non ramifié ne peut pas être considéré comme le premier stade de développement de la colonie, car les hydranthes simples sont souvent munis de gonophores, ce qui prouve qu'ils sont déjà arrivés au terme de leur évolution.

L'hydranthe, petit, presque incolore, se distingue de tous les autres Eudendridés méditerranéens par l'absence complète de cupule chitineuse et d'anneau glandulaire.

Les nématocystes de l'anneau circumbasal sont tout petits, arrondis et assez clairsemés (fig. 17 *n*).

Les gonophores s'insèrent à leur place habituelle, mais il est à remarquer, que si chez les autres espèces ils ne sont portés que par des individus spéciaux, ici on les trouve sur *tous* les hydranthes de la colonie même sur les hydranthes primaires. L'arrangement des gonophores est aussi tout à fait singulier : tandis que chez toutes les espèces connues les sporophores mâles sont très nombreux et forment un verticille serré autour de l'hydranthe, ici on ne trouve dans la majorité des cas qu'un seul sporophore à la fois (fig. 17 et fig. I), mais la présence des jeunes spermatoblastes dans l'endoderme (fig. 17, *cg.*) prouve qu'il s'en formera encore d'autres, mais bien plus tard. Le nombre des gonophores n'a jamais été supérieur à 4.

Les sporophores mâles ne présentent aucune particularité bien saillante, sauf peut-être la présence d'un bouton terminal formé par le sommet du spadice (fig. 17, *b*), mais ce caractère, bien que très général, n'est pas tout à fait constant.

Eudendrium calceolatum n. sp.

Hydrocaule monosiphoné, peu ramifié, annelé à la base et parfois au milieu des rameaux. Hydranthe muni d'une cupule chitineuse et d'un cercle de gros nématocystes allongés, disposés isolément.

Gonophores mâles biloculés formant un verticille autour d'un hydranthe normal.

Gonophores femelles sub-verticillés, présentant un spadice renflé à son extrémité en forme de hache.

Trois colonies seulement de cette espèce ont été trouvées à la fin de Juin sur les Cystosires (horizon moyen de la roche littorale) dans les environs immédiats du laboratoire, mais toutes les trois étaient en pleine reproduction.

Cet Hydraire ressemble beaucoup à une forme naine d'*E. ramosum*, mais la disposition des gros nématocystes suffit à l'en distinguer. Les hydranthes sont d'un rose uniforme et cette coloration envahit aussi les tentacules.

Le caractère le plus saillant, celui qui m'a surtout déterminée à créer pour ce petit Hydraire une espèce nouvelle, est fourni par les gonophores femelles. Au début de leur développement (fig. II, *j*) ils

ne présentent rien de particulier; mais, au fur et à mesure que l'ovule grossit, l'extrémité du spadice se renfle considérablement au lieu de s'allonger et finit par laisser à découvert presque la moitié de l'ovule (fig. II, *o. s.*). Cette disposition donne au gonophore une forme triangulaire tout à fait caractéristique.

Fam. **Clavidæ** Allman *ch. emend.*
Incl : *Clavidæ* Allm., et *Turridæ* Allm.

Hydrorhize réticulée, parfois encroûtante. Hydranthe à hypostome claviforme muni d'un assez grand nombre de tentacules filiformes disposés sans ordre.
Gonophores s'insérant isolément ou par groupes sur le corps même de l'hydranthe, sur l'hydrocaule ou sur l'hydrorhize.

La famille ainsi définie correspond à celle d'ALLMAN (**1864**) adoptée aussi par HINCKS (**1868**). Quelques années plus tard ALLMAN (**1872**) l'a démembrée en créant la famille des Turridés pour les Clavidés à méduses libres. LEVINSEN (**1892**), suivi par BONNEVIE (**1896**) a rendu à la famille des Clavidés son sens primitif, tandis que SCHNEIDER (**1898**) l'a considérablement agrandie en y faisant rentrer les Hydractiniidés et les Bougainvillidés.



FIG. II. — Fragment d'une colonie d'*Eudendrium calceolatum* n. sp., × 32 — *c*, limite supérieure du périsarc, *s*, renflement terminal du spadice, *o*, ovule, *j*, ovule jeune.

Il est incontestable qu'il y a une très grande affinité entre les Bougainvillidés et les Clavidés, qui ne diffèrent, en effet, que par la disposition des tentacules, plus ou mois unisériés chez les premiers et franchement disséminés chez les seconds. Cette affinité paraît encore plus évidente, si l'on compare des Clavidés, tels que *Tubi-*

clava lucerna Allm., par exemple, qui ne présentent qu'une quinzaine de tentacules localisés sur un espace assez restreint, avec un Bougainvillidé, tel que *Perigonimus serpens* Allm. chez lequel les tentacules chevauchent les uns sur les autres et arrivent parfois à perdre complètement leur disposition verticillée. La séparation de ces deux familles est donc assez artificielle, mais je la maintiens néanmoins, parce qu'elle permet d'établir une coupure commode dans un groupe riche en formes variées. Personne ne se méprend sur la valeur des catégories que nous établissons et qui n'ont d'autre but que de permettre de nous orienter plus aisément dans la grande multiplicité des formes affines.

Les Clavidés méditerranéens appartiennent aux genres : *Clava*, Gm., *Campaniclava* Allm., *Tubiclava* Allm., *Dendroclava* Weism., *Merona* Norm. et *Corydendrium* v. Ben., qui ont été tous réunis par SCHNEIDER dans un seul genre *Clava*. En effet, la forme générale du corps et la disposition des tentacules est à peu près la même chez tous les représentants de la famille, et, abstraction faite des gonophores, on peut ramener tous les Clavidés à deux types, Clavidés nus et Clavidés munis d'un hydrocaule. Il est certain que ces derniers sont dérivés des premiers, mais comme on ne connaît pas entre eux, au moins jusqu'à présent, d'intermédiaires nets, on peut, je crois, considérer la présence ou l'absence de l'hydrocaule comme un caractère générique. Je propose donc de maintenir le genre *Clava* pour tous les Clavidés nus, tels que *Clava* et *Campaniclava* quelle que soit la forme de leurs gonophores, et de réunir, sous le nom de *Cordylophora* Allm., les Clavidés à hydrocaule tels que *Tubiclava* et *Dendroclava*. Les genres *Merona* et *Corydendrium* doivent rester hors de cause, nettement caractérisés qu'ils sont par la présence de blastostyles, alors que chez tous les autres Clavidés il n'y a aucune différence entre les hydranthes stériles et les hydranthes fertiles. Il est impossible, d'autre part, de réunir ces deux formes dans un genre unique, car si les blastostyles de *Merona* sont encore représentés par des hydranthes rudimentaires, dépourvus de tentacules et d'hydro-

caule, mais portant toujours des gonophores à leur place normale, ceux de *Corydendrium* ne dépassent pas la valeur d'un rameau, à l'intérieur duquel les produits sexuels subissent leur évolution sans qu'il y ait formation de gonophores.

Clava nana n. sp.

Hydrorhize encroûtante formée de tubes chitineux soudés ensemble. Hydranthe minuscule, incolore, presque sessile, complètement nu, muni d'une douzaine de tentacules disséminés sur la moitié supérieure du corps.
Gonophores inconnus.

Cette espèce, à peine visible à l'œil nu, n'a été trouvée qu'une seule fois, à la fin de juin, sur des feuilles de *Posidonia Caulini*, au voisinage immédiat du laboratoire. Sa petite taille qui résulte surtout de la réduction du pédoncule de l'hydranthe suffit à la distinguer de tous les autres Clavidés connus. L'hydrorhize présente aussi un caractère particulier en ce sens que les canaux ont un parcours parallèle et que les anastomoses transversales sont très rares. Le périsarc qui les revêt, présente des épaississements disposés irrégulièrement, ce qui rappelle dans une certaine mesure une hydrorhize d'Hydractinidés (fig. III).

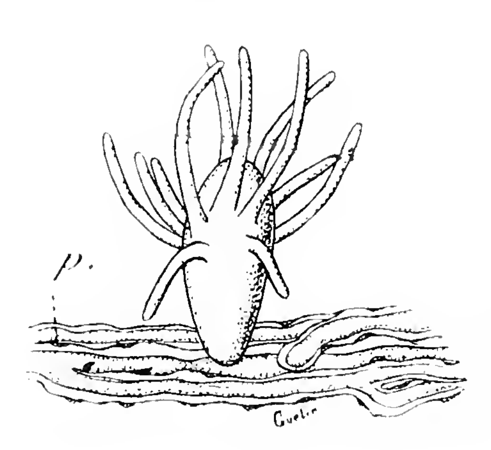


FIG. III. — Hydranthe de *Clava nana* n. sp., × 32 — *p*, épaississements de péricarc.

Cette espèce serait ainsi le seul représentant des Clavidés vivant sur les Zosteracées. Cette circonstance suffit à expliquer son nanisme car on ne trouve sur les Zostères que des formes toutes petites, toute colonie de Gymnoblastes de grande taille risquant fatalement de périr écrasée par les feuilles en mouvement dans l'eau, mais cette réduction de taille pourrait s'expliquer aussi en supposant qu'on se trouve ici en présence d'une variété naine de *Clava* de taille ordinaire. Pourtant cette supposition, quoique fort vraisemblable, doit être rejetée, car il ne se trouve aucun représentant de ce genre dans

notre région ; c'est pourquoi j'ai été amenée à créer pour la petite colonie en question une espèce nouvelle, malgré l'hésitation que j'éprouvais en me rappelant quelles modifications profondes peut entraîner pour les colonies la fixation sur les feuilles de Zosteracées.

Cordylophora Dohrni (Weism.)

Dendroclava Dohrni Weismann (**1883** p. 13).
Dendroclava Dohrni Pictet (**1892** p. 6-7, pl. I fig. 1).

L'unique échantillon de cette espèce a été trouvé sur une *Dorocidaris papillata* pêchée sur le bord du plateau continental au large de Cabrera.

Cordylophora pusilla n. sp.

Hydrocaule simple annelée à la base, s'épanouissant en haut en une coupe allongée qui s'étend jusqu'à la base de l'hydranthe. Hydranthe à corps allongé, non rétractile, muni de 8-12 tentacules filiformes disséminés sur la moitié ou le tiers supérieur du corps.

Gonophores ovoïdes en nombre de 2-5, s'attachant tout autour de l'extrémité supérieure de l'hydrocaule. Identiques dans les deux sexes, ils renferment un méduzoïde très réduit portant des produits génitaux groupés autour d'un spadice.

Cette espèce, à peine visible à l'œil nu, d'autant plus qu'elle est incolore, recouvre en grande abondance les feuilles de *Posidonia Caulini* dans les environs immédiats du laboratoire. Les gonophores commencent à se développer en juin et disparaissent déjà à la fin d'Août.

L'hydrocaule est formé dans sa partie annelée, par un périsarc épais, d'un jaune brun, qui se dédouble au niveau de la coupe et les deux feuillets ne restent alors réunis que par des lamelles chitineuses minces, en forme d'entonnoirs, disposées assez régulièrement.

Ce sont ces lamelles qui, sur une coupe optique, produisent l'effet d'une série de stries obliques sensiblement parallèles entre elles.

L'hydranthe présente cet aspect claviforme, caractéristique de la famille. L'étendue de l'espace tentaculifère est variable, mais le plus souvent il ne dépasse pas le tiers supérieur du corps.

Gonophores femelles. — Dans un jeune gonophore à peine formé et

encore invisible à l'œil nu (Pl. III, fig. 3), on trouve encore des ovules jeunes dans l'ectoderme de la région pédonculaire ; ceux qui sont arrivés au sommet du gonophore ont pénétré accompagnés de cellules ectodermiques en prolifération (fig. 3, *n m*), en dedans de l'ectoderme et leur ensemble forme un nodule médusaire plein. Il m'a été impossible de saisir sur le fait le processus de la formation de ce nodule, mais je crois plutôt à une migration active des cellules ectodermiques qu'à une invagination. En effet, la lamelle basale de l'ectoderme, nette sur tout le pourtour du gonophore, disparaît à son sommet (fig. 3, *x*) ; d'autre part, la forme lobée des cellules nodulaires semble indiquer qu'elles sont capables de mouvements amiboïdes. Quoi qu'il en soit, le nodule médusaire une fois formé, refoule l'endoderme sous-jacent qui envoie une mince lame cellulaire doublant l'ectoderme extérieur du gonophore (fig. 4, *l. en*). Les cellules du nodule se scindent en deux parties séparées par une cavité, ou plutôt une fente : les cellules supérieures, formant la voûte de la cavité, donnent une lame mince, à limites cellulaires indistinctes, correspondant à l'épithélium sous-ombrellaire (fig. 4, *ec. s*) ; l'amas inférieur comprend quatre ovules et un certain nombre de grosses cellules polygonales (fig. 4, *n*).

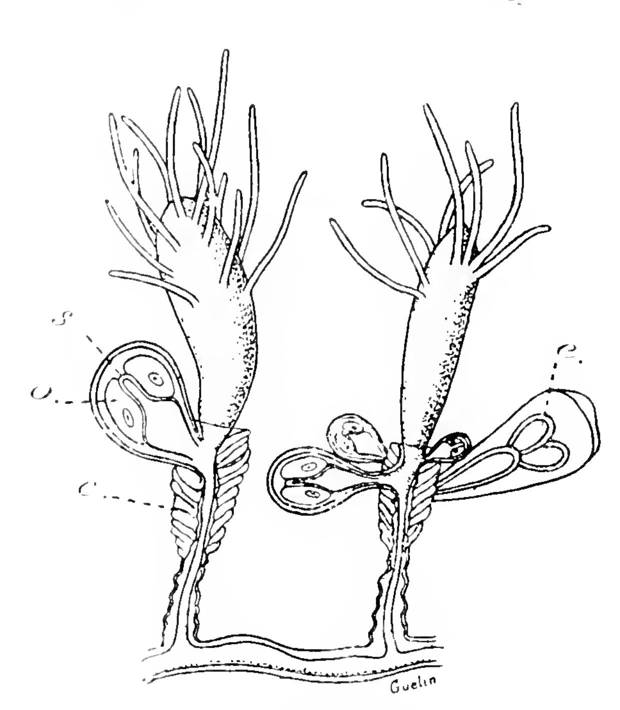


FIG. IV. — Fragments d'une colonie de *Cordylophora pusilla* n. sp. × 32 — *c*, lames chitineuses reliant les deux couches du périsarc ; *s*, spadice ; *o*, ovules ; *e*, embryons.

La cavité gastro-vasculaire, qui, au début forme une simple poche renflée, envoie plus tard un prolongement central cylindrique qui refoule les cellules nodulaires et s'arrête avant d'atteindre l'épithélium sous-ombrellaire. C'est autour de ce spadice (fig. 5) que se

disposent en croix les 4 ovules, tandis que les cellules qui les accompagnent, forment au début deux amas dont l'un occupe le sommet du gonophore, et l'autre est situé entre la cavité gastro-vasculaire et la base des ovules (fig. 5, *n*); mais bientôt ces cellules se dispersent et finissent par remplir tous les interstices en même temps qu'elles subissent une évolution spéciale. Déjà lors de la formation du manubrium, on voit apparaître dans le protoplasma de ces cellules une vacuole à parois réfringentes qui est la première ébauche d'une capsule de nématocyste et bientôt après on trouve déjà les nématocystes bien développés, qui entourent les ovules et les séparent les uns des autres (fig. 6. *n*).

La présence des nématocystes à l'intérieur d'un gonophore a été signalée pour la première fois par WEISMANN (**1883**) pour les gonophores mâles de *Clava squamata*, qui paraissent devoir à cette circonstance leur immunité vis-à-vis d'un Champignon parasite qui infeste fréquemment les gonophores femelles. Cette explication, en admettant qu'elle soit démontrée, ne semble pas pouvoir s'appliquer à *Cord. pusilla*, dont les gonophores paraissent être parfaitement sains dans les deux sexes.

Au fur et à mesure que les œufs augmentent de taille, l'épithélium sous-ombrellaire s'accole intimement à la lame endodermique et leur ensemble forme une lamelle d'une minceur extrême, qui ne devient visible qu'à la faveur d'un décollement de l'ectoderme extérieur (fig. 6, *l. en*). C'est vers cette époque qui coïncide à peu près avec la maturation des ovules, que le gonophore est envahi par une quantité innombrable de spermatozoïdes qui y pénètrent par l'orifice qui se forme sur ces entrefaites au sommet du gonophore.

GONOPHORES MALES. — Je n'ai pas réussi à observer les premiers stades de formation du gonophore et les plus jeunes renfermaient déjà un gros amas de spermatoblastes (fig. 7, *sp.*) appuyé contre la poche gastro-vasculaire et entouré de deux membranes adossées contre l'ectoderme extérieur. La plus externe de ces membranes se continue en bas avec l'endoderme (fig. 7. *l. en*) et constitue, par

conséquent, la lame endodermique primaire ; l'interne correspond à l'épithélium sous-ombrellaire (fig. 7 et 8, *ec. s*). Ces deux membranes s'accolent très intimement ensemble et dans la plupart des préparations il m'a été impossible de déterminer leur existence.

Au moment où les spermatocytes ne sont plus formés que d'un noyau à chromatine compacte et d'un tout petit appendice protoplasmique, les cellules endodermiques du sommet du gonophore deviennent fusiformes et forment un petit amas en forme de bourgeon (fig. 9, *b*) qui est destiné à perforer le gonothèque pour donner passage aux spermatozoïdes.

Cordylophora annulata n. sp.

Hydrocaule simple, annelé dans toute sa longueur. Hydranthe gros et renflé, à hypostome claviforme avec 12-18 tentacules disséminés sur le quart supérieur du corps.
Gonophore femelle, généralement unique, s'insérant sur l'hydrocaule. Chacun renferme une méduse à ombrelle bombée, dépourvue de canaux gastrovasculaires et de tentacules. Velum bien développé. Manubrium chargé d'œufs remplissant toute la cavité sous-ombrellaire.
Gonophores mâles inconnus.

L'unique échantillon de cette espèce a été trouvé au commencement d'août sur une coquille de *Murex* dans la vase du port de Cabrera.

L'hydrocaule formé d'un périsarc jaune assez épais, complètement, quoique irrégulièrement annelé et parfaitement cylindrique ressemble tout à fait à celui de *Cordylophora* (*Tubiclava*) *lucerna* Allm., mais la forme de l'hydranthe est nettement différente dans ces deux espèces. Tandis que chez *C. lucerna* le corps de l'hydranthe ne fait que prolonger le pédoncule en s'épaississant insensiblement, ici il se renfle subitement à la sortie de l'hydrocaule ; de plus la disposition de ses tentacules très longs et minces et tous uniformément recourbés en haut et en dehors pendant l'épaississement donne à notre Hydraire une physionomie toute spéciale (fig. V).

Le gonophore est généralement unique et ce n'est que tout à fait exceptionnellement qu'on en trouve deux et jamais davantage. Son point d'insertion est assez variable et tandis que dans la majorité des

cas il s'attache au sommet, on en trouve d'autres où il descend jusqu'à la mi-hauteur de l'hydrocaule.

La méduse sub-cylindrique se fait remarquer surtout par le grand développement de son estomac central qni occupe plus d'un tiers de l'ombrelle et, par conséquent, la musculature reste limitée aux deux tiers inférieurs.

Chez une méduse encore imparfaitement développée, l'estomac se prolonge à l'intérieur des parois ombrellaires par une poche continue qui descend jusqu'aux bords de l'ombrelle (Pl. III, fig. 2, c), mais avec le progrès du développement cette poche perd sa lumière et se transforme en lame cathamnale qui finit elle-même par s'atrophier complètement (fig. 1).

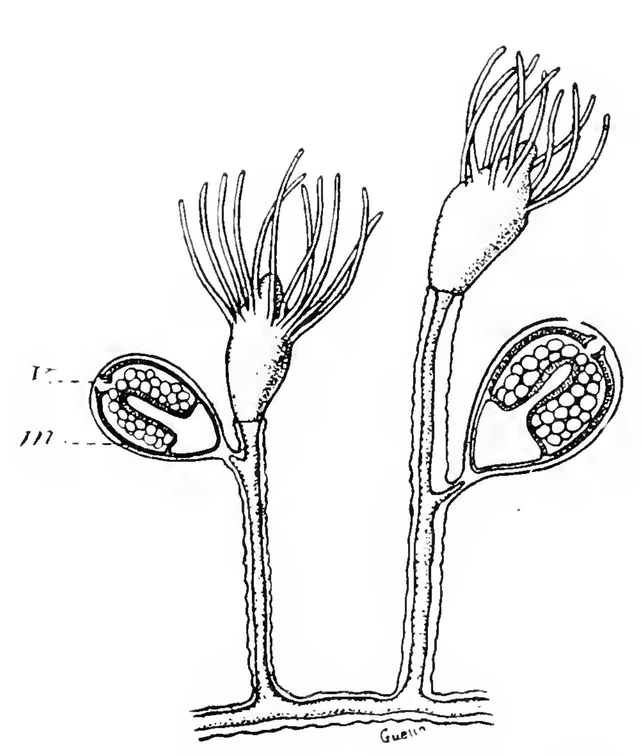


Fig. V. — Fragment d'une colonie de *Cordylophora annulata* n. sp. × 16 — *m*, musculature ombrellaire; *v*, velum.

Le manubrium, très développé, descend jusqu'au velum. Au début il se présente sur une coupe sous la forme d'une croix (fig. 2) dont les branches séparent nettement les quatre gonades, mais au fur et à mesure que les œufs grossissent, ils refoulent les branches de la croix et forment au manubrium un manchon continu à l'intérieur duquel pénètrent, de place en place, des prolongements très courts de la paroi endodermique du spadice.

La méduse ainsi constituée doit être destinée à mener une existence libre, quoique très éphémère, car j'en ai trouvé plusieurs qui, tout en restant à l'intérieur du gonothèque, étaient déjà complètement détachées de l'hydranthe.

Corydendrium parasiticum (Cav.)

Sertularia parasitica Cavolini (1785).
Syncoryne parasitica Ehrenberg (1834).
Corydendrium parasiticum van Beneden (1844, p. 313).

Cet hydraire paraît très abondant dans le port de Palma des Mallorca, où j'ai pu recueillir au commencement d'août quelques exemplaires femelles en pleine reproduction. Il vit fixé dans les anfractuosités des rochers et y forme des colonies très ramifiées pouvant atteindre jusqu'à 15 centimètres de haut.

Merona cornu-copiæ (Norman *var.*)

Tubiclava cornu-copiæ Norman (1864, p. 82, pl. IX, fig. 4-5).
Merona cornu-copiæ Norman (1865, p. 262).

Cet Hydraire, très rare dans notre région, n'a été trouvé qu'une seule fois, fixé sur un vieux squelette de Gorgone provenant des environs de Banyuls (cap Rederis). C'était une petite colonie formée seulement de deux hydranthes très robustes, d'un blanc verdâtre, munie de 18 tentacules. La région tentaculifère était plus allongée et moins différenciée d'avec le pédoncule que chez l'espèce de Norman, de plus elle pouvait se rétracter complètement à l'intérieur de l'hydrocaule. Ce dernier, tout en présentant la même forme que chez l'espèce type, s'en distinguait par l'aspect membraneux de son périsarc qui dans la forme de la Manche est d'un jaune foncé et rappelle beaucoup celui de *Cornularia cornu-copiæ*.

Fam. **Atractylidæ** Hincks.

Incl. : *Bougainvillidæ* Allm., *Dicorynidæ* Allm., et *Bimeriidæ* Allm. (*pro parte*).

Hydrocaule parfois rudimentaire, mais toujours présent. Hydranthe fusiforme, à hypostome conique entouré d'un ou deux verticilles plus ou moins parfaits de tentacules filiformes.

Gonophores s'insérant sur l'hydrocaule ou bien sur l'hydrorhize.

La famille ainsi comprise correspond exactement à celle de Hincks (1868). Elle a été démembrée un peu plus tard par Allman (1872) qui

en sépara. sous le nom de Bougainvillidés, tous les Atractylidés à méduses libres et créa pour les autres, deux familles. celle des Dicorynidés, caractérisée par un gonozoïde libre bi-tentaculé, sans ombrelle différenciée, et celle des Bimeriidés portant des gonozoïdes sessiles ; c'est dans cette dernière famille qu'il a fait entrer aussi le genre *Stylactis*.

Levinsen (**1892**) réunit de nouveau les trois familles d'Allman sous le nom de Bougainvillidés et y associa encore les Podocorynidés, les Hydractiniidés et les Eudendridés, en se basant sur la disposition unisériée des tentacules. Quelques années plus tard, Schneider (**1898**) restitua son autonomie à la famille des Eudendridés, mais considérant le peu de différence qu'il y a entre les Clavidés à tentacules peu nombreux du type de *C. lucerna* et certains *Perigonimus*, il fit entrer les Bougainvillidés de Levinsen dans la famille des Clavidés. Enfin, Bonnevie (**1896**) tout en adoptant la correction de Schneider, relative aux Eudendridés, a maintenu la famille des Bougainvillidés dans le sens de Levinsen.

Dans le chapitre consacré aux Hydractiniidés je tâcherai d'exposer les raisons qui m'ont déterminée à ne pas admettre la condensation un peu artificielle de tant de types d'Hydraires dans une famille unique, comme on la trouve dans la classification de ces trois auteurs ; mais, en revanche, le démembrement de la famille des Atractilidés proposé par Allman ne me semble pas soutenable. En effet, ses Bimeriidés, sauf le genre *Stylactis*, présentent des affinités indiscutables avec le genre *Perigonimus* : il en est de même des Dicorynidés et l'unique différence qui existe entre ces trois groupes consiste dans la conformation des gonophores, caractère qui, comme nous l'avons vu, ne peut pas servir de base à la division en familles.

Les Atractylidés méditerranéens sont représentés par les genres suivants : *Wrightia* Allm., *Perigonimus* Sars, *Bimeria* Str. Wright, *Pachycordyle* Weism., *Dicoryne* Allm., *Heterocordyle* Allm., *Bougainvillea* Less. et *Hydranthea* Hincks. On peut mettre tout de suite de côté ce dernier genre, car dans une colonie dont le tropho-

some était absolument superposable à *H. margarica* Hincks, j'ai pu constater la présence d'un petit diaphragme transformant la partie supérieure de l'hydrocaule en un véritable hydrothèque d'*Halecium*; ce genre doit donc disparaître de la famille des Atractylidés.

Les deux premiers genres : *Wrightia* et *Perigonimus* sont tellement voisins, qu'en l'absence de gonophores il serait absolument impossible de les distinguer l'un de l'autre, ils doivent donc, d'après le principe que j'ai exposé à plusieurs reprises, être réunis ensemble. Il n'en est pas de même, au prime abord, de *Bimeria* : la cuirasse chitineuse, qui l'entoure tout entière et englobe la base de son hypostome et de ses tentacules, lui donne une apparence tout à fait à part, bien différente de celle d'un *Perigonimus* typique tel que *P. repens*, par exemple ; mais, en cherchant bien, on arrive à trouver des intermédiaires qui permettent de préciser les relations, très étroites au fond, qui existent entre ces deux types. Ainsi, chez *P. vestitus*, Allm., qui est un type très caractéristique du genre, on voit se former une fine pellicule en continuité avec l'hydrocaule, qui se moule sur le corps de l'hydranthe et sur la moitié inférieure de l'hypostome. Chez *P. cidaritis* Weism. cette pellicule s'épaissit et envahit en même temps le tiers inférieur des tentacules, et si chez certains hydranthes elle présente une consistance subgélatineuse, chez d'autres elle prend le caractère d'un véritable périsarc ne se distinguant en rien de celui de *Bimeria*. Je crois donc qu'il devient inutile de maintenir pour cette dernière un genre spécial et, si ces raisons sont valables, il faudra changer le nom spécifique de *P. vestitus*, Allm.

L'unique espèce de *Pachycordyle, P. neapolitana* Weism., ne présente avec *Perigonimus* aucune différence essentielle et peut être réunie aisément à ce dernier. Quant à *Dicoryne* et *Heterocordyle*, ils offrent une particularité qui ne se retrouve pas chez les Atractylidés en général ; c'est la présence des blastostyles : il convient donc peut-être de les mettre à part, tout en indiquant leur parenté étroite avec *Perigonimus*. Quoi qu'il en soit, il est impossible de

séparer *Heterocordyle* de *Dicoryne,* car la seule différence entre eux se réduit à ce fait, que le premier porte des sporophores ordinaires, tandis que le deuxième donne naissance à des médusoïdes bitentaculés sans ombrelle différenciée. Je crois, avec SCHNEIDER, que ce caractère ne présente qu'une valeur spécifique et je réunis les deux formes dans un seul genre *Dicoryne.*

Il ne reste plus que le genre *Bougainvillea,* mais pour celui-là les choses se compliquent. En effet, si les différentes espèces de *Bougainvillea* se ressemblent plus entre elles qu'avec toutes les espèces de *Perigonimus,* les différences avec ce dernier sont si minimes et si difficiles à définir, que dans une classification basée uniquement sur le trophosome on n'attribuerait même pas à *Bougainvillea* la valeur d'un sous-genre ; mais d'un autre côté, les méduses de *Perigonimus* avec leurs tentacules isolés, l'absence d'ocelles et de tentacules labiaux, paraissent s'éloigner tellement d'une *Margelis,* qu'une séparation générique de ces deux formes paraît justifiée.

J'ai été amenée aussi à créer un genre nouveau, *Pruvotella* pour un Hydraire qui, tout en présentant les caractères essentiels d'un *Perigonimus,* est pourvu pendant la contraction d'une gaîne ectodermique abritant toute la partie distale de l'hydranthe.

Perigonimus serpens Allm.

Perigonimus serpens ALLMAN (**1863**, p. 10).
Perigonimus serpens ALLMAN (**1872**, pl. XI, fig. 7-9).

Cette espèce est fort commune dans la vase côtière en face d'Argelès-sur-Mer, où elle vit fixée sur *Cellaria fistulosa ;* on la trouve aussi, quoique très rarement, sur les Gorgones provenant de l'horizon inférieur de la roche côtière (cap Réderis), mais elle s'y développe assez mal.

La taille des hydranthes peut varier du simple au double et il est à remarquer que ces variations dans la taille des hydranthes sont très généralement, sinon toujours, accompagnées de variations dans la disposition des tentacules, qui, presque unisériés chez les petits

hydranthes, prennent chez les gros une disposition irrégulière comparable même, dans certains cas, assez rares d'ailleurs, à celle d'une *C. lucerna* Allm.

La reproduction paraît avoir lieu à l'approche de l'hiver, car je n'ai jamais eu l'occasion de trouver des gonophores avant la fin d'octobre et encore étaient-ils assez rares à cette époque.

Perigonimus Schneideri n. sp.

? *Perigonimus sessilis* SCHNEIDER, non WRIGHT (**1898**, p.479).

Hydrocaule très peu développé, généralement lisse. Hydranthe long et mince, très contractile, muni d'une douzaine de tentacules.

Gonophores mâles insérés sur l'hydrorhize, tantôt sub-sessiles, tantôt assez longuement pédonculés, renferment une méduse à ombrelle bien développée munie de 4 canaux radiaires, d'un canal circulaire et de 4 bulbes tentaculaires. Velum normal. Manubrium chargé de spermatozoïdes occupant toute la cavité sous-ombrellaire.

Gonophores femelles inconnus.

L'existence de cette espèce est constamment liée à celle d'une *Membranipora* rouge, qu'il m'a été impossible de déterminer spécifiquement. Elle se rencontre dans tous les fonds vaseux, depuis la vase des mouillages jusqu'à une profondeur de 100-130 mètres, mais sa localité de prédilection c'est le port de Pollensa (Majorque), où elle recouvre en grande abondance les coquilles de *Pinna nobilis*.

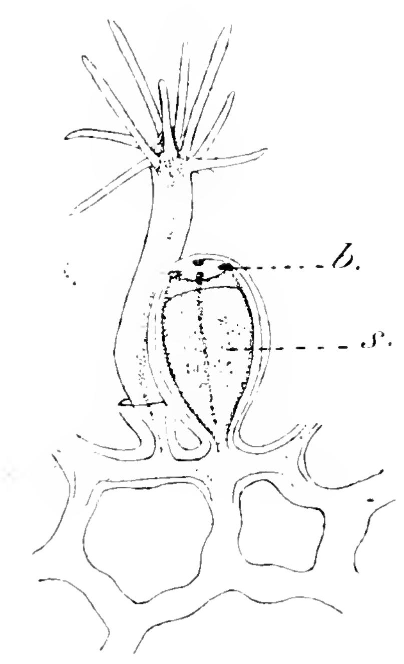


FIG. VI. — *Perigonimus Schneideri* n. sp., × 16 — *b*, bulbes tentaculaires ; *s*, manubrium.

L'hydrocaule est d'une minceur extrême et sa limite supérieure se confond parfois avec la cuticule de l'hydranthe. Dans la grande majorité des cas, il forme une petite cupule sub-cylindrique, s'élevant à peine au-dessus de l'hydrorhize, mais quelquefois on voit s'y ajouter un pédoncule irrégulièrement annelé.

Les hydranthes peuvent arriver à 15 millimètres de haut, mais

leur contractilité est extrême, ce qui les rend difficiles à trouver à la surface d'une coquille qu'on vient de retirer de l'eau, car alors ils ne forment plus que de tout petits points dont la coloration se confond absolument avec celle de *Membranipora* sous-jacente.

Les gonophores mûrs sont d'un blanc laiteux sur lequel se détachent bien les canaux gastro-vasculaires et les bulbes tentaculaires colorés en rouge vif.

Je crois que cette espèce pourra être identifiée avec celle que SCHNEIDER a trouvée dans les mêmes conditions et qu'il a attribuée à *P. sessilis* Str. Wright : car si la courte diagnose de cet auteur s'accorde assez bien avec les caractères des colonies que j'ai observées elle ne peut pas s'appliquer à l'espèce de WRIGHT, chez laquelle les hydranthes sont " invested as for as the tentacles with a cup-like extension of a perisarc," tandis que SCHNEIDER trouve seulement un " Stiel schlank, undeutlich abgesetzt, mit Periderm bekleidet."

Perigonimus repens (Str. Wr.)

Atractylis repens STR. WRIGHT (**1857**, T. I., p. 450, pl. XXII, 4-5).
Perigonimus repens HINCKS (**1868**, p. 9, pl. XVI, fig. 2).

Assez rare dans la région de Banyuls, cette espèce paraît mieux représentée dans les eaux espagnoles (Blanès, Barcelone), où on la trouve assez fréquemment dans les fonds vaseux fixée sur les coquilles de *Turritella communis*. La reproduction paraît avoir lieu à la fin de l'été, car seules les colonies recueillies en septembre portaient des gonophores.

Perigonimus cidaritis Weism.

Perigonimus cidaritis WEISMANN (**1883** p. 117).
Perigonimus linearis DU PLESSIS *non* ALDER (**1880**, p. 146).

Cet Hydraire habite exclusivement le bord du plateau continental, où on le trouve en grande abondance sur les radioles de *Dorocidaris papillata*. La reproduction a lieu pendant toute la belle saison, mais elle est surtout active à la fin de l'été.

La diagnose donnée par WEISMANN est suffisamment explicite, mais il me semble utile de donner un croquis de cette espèce qui n'a jamais été figurée, et d'indiquer la variabilité de la cuirasse chitineuse qui enveloppe l'hydranthe.

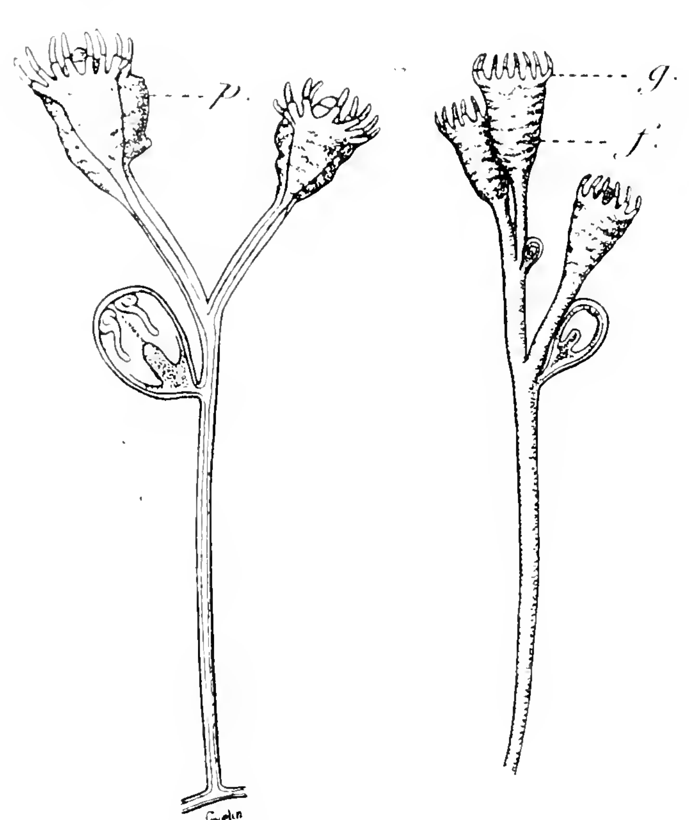


FIG. VII. — Deux aspects différents d'une colonie de *Perigonimus cidaritis* Weism. × 16. — *p*, périsarc sub. gélatineux hypertrophié ; *g*, gaines tentaculaires ; *f*, périsarc mince, mais ferme.

Dans la majorité des cas, on trouve, comme dans les exemples de WEISMANN, l'hydranthe noyé dans une épaisse masse gélatineuse irrégulièrement bosselée (fig. VII), s'amincissant à peine à la base des tentacules, mais elle devient parfois plus ferme en même temps qu'elle s'amincit considérablement et aboutit dans certains cas, assez fréquents d'ailleurs, à ne former plus qu'une enveloppe chitineuse identique à celle de *Bimeria* (fig. VII) ; toutefois elle garde toujours un aspect plus chiffonné que chez cette dernière espèce.

Perigonimus vestitus (STR. WR.)

Bimeria vestita STR. WRIGHT (1859, pl. *VIII*, fig. 4).
Manicella fusca ALLMAN (1859 p. 51.)

On ne trouve dans notre région qu'une forme naine de cette espèce. Elle est abondante dans les endroits très battus (jetée de Port-Vendres, grottes de l'Escala), mais ne dépasse jamais les limites de l'horizon moyen de la roche littorale. La taille des colonies varie entre 3 et 6 millimètres.

Perigonimus neapolitanus (Weism.)

Pachycordyle neapolitana Weismann (**1883** p. 87).

L'unique échantillon de cette espèce provient de la vase du port de Mahon, où il a été trouvé en juillet dernier, par M. le professeur Pruvot, à la surface d'une coquille de *Murex* habitée par *Pagurus striatus*. Heureusement la colonie était bien développée et portait des gonophores.

Le trophosome est parfois presque identique avec celui de *Dicoryne* (*Heterocordyle*) *Conybeari* Allm., et le seul caractère qui permet de le distinguer de cette dernière c'est son aspect plus grossier, dû au diamètre plus considérable de l'hydrocaule (fig. VII), et encore ce caractère ne peut-il s'appliquer qu'à des colonies déjà bien développées. Les hydranthes sont aussi plus gros et un peu plus trapus que chez cette dernière espèce, mais comme leur taille peut varier du simple au triple, il faut en avoir un certain nombre à sa disposition pour être sûr de la diagnose. Il ne reste, par conséquent, qu'un seul caractère bien net qui sépare ces deux formes, c'est l'absence de blastostyles et la conformation du gonophore.

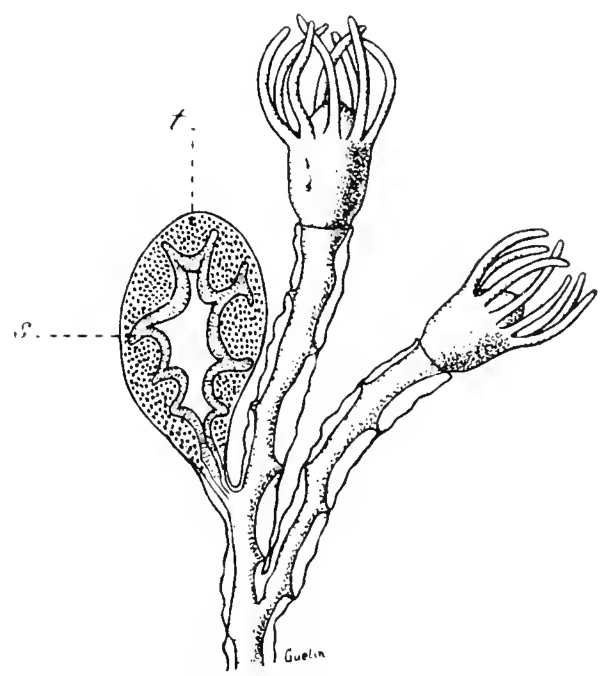


Fig. VIII. — Fragment d'une colonie de *Perigonimus neapolitanus* Weism., × 32 *s*, spadice ramifié ; *t*, spermatozoïdes.

La colonie que j'ai eu à examiner présentait une variabilité extrême dans la disposition des tentacules. Chez la plupart des hydranthes ils étaient légèrement bisériés, mais dans certains cas

et particulièrement chez les gros hydranthes, ils offraient une disposition tout à fait irrégulière et rappelaient à s'y méprendre ce que l'on trouve chez *Cordylophora annulata*.

Dicoryne Conybeari (Allm.)

Heterocordyle Conybeari Allman (**1864**, p. 57 pl. II, fig. 1-3).

Extrêmement rare dans les environs de Banyuls, cette espèce se rencontre fréquemment, au contraire, dans les eaux espagnoles (Blanès, Cabrera, Mahon). Elle habite tous les fonds vaseux et ne se trouve que sur les coquilles de Gastéropodes habitées par des Pagures.

La reproduction a lieu à la fin de l'été et en automne.

La forme méditerranéenne présente quelques petites différences avec celle de la Manche en ce qui concerne l'aspect et la distribution des blastostyles. Tandis que chez cette dernière les blastostyles ne sont entourés de périsarc que tout à fait à la base et s'insèrent exclusivement sur l'hydrorhize, chez notre forme ils peuvent être longuement pédonculés, comme chez *Dicoryne conferta* Allm. et peuvent être portés aussi sur l'hydrocaule.

Dicoryne conferta (Ald.)

Eudendrium confertum Alder (**1857**, p. 13 pl. I fig. 5-8).
Dicoryne stricta Allman (**1859** p. 369).
Dicoryne conferta Allman (**1861** p. 168).

L'unique échantillon de cette espèce a été trouvé en juillet, en pleine reproduction, dans la vase du port de Mahon à la surface d'un *Murex*.

Bougainvillea ramosa (Van Ben.)

Eudendrium ramosum van Beneden (**1844** p. 56, pl. IV).
Bougainvillea britannica Lesson (**1843** p. 291).
Atractylis ramosa Str. Wright (**1847** p. 469).
Margelis ramosa Agassiz (**1862**), p. 344).
Bougainvillea ramosa Allman (**1864** p. 366).
Bougainvillea muscus Allman (**1864** p. 366).

Cette espèce n'est pas rare dans la région de Banyuls, mais elle paraît être surtout abondante sur la côte est de Majorque. Elle semble

habiter de préférence l'horizon inférieur de la roche littorale, mais on la trouve également dans la vase côtière (en face d'Argelès) fixée sur de vieilles épaves ou sur des fragments de poterie.

Dans la plupart des cas l'hydrocaule est monosiphoné et correspond ainsi au type de *B. muscus* Allm., mais dans certains cas on trouve de place en place des colonies plus robustes présentant une fasciculation très nette.

La reproduction a lieu pendant toute la belle saison.

Bougainvillea fruticosa Allm.

Bougainvillea fruticosa Allman (1864 p. 58.)

Cette espèce n'a été trouvée qu'une seule fois au large de Cap-de-Pera (Majorque), au commencement d'août, sur des concrétions calcaires appartenant à l'horizon inférieur de la roche littorale. Toutes les colonies étaient en pleine reproduction.

Pruvotella grisea n. g., n. sp.

Hydrocaule large, d'un gris terne, ramifié, gardant le même diamètre depuis la la base jusqu'au sommet.

Hydranthes très contractiles, munies de 8 à 10 tentacules, protégés à l'état dé contraction par une expansion ectodermique en forme de calice entourant toute la partie supérieure de l'hydranthe.

Gonophores très gros, d'un blanc laiteux, s'insérant sur l'hydrocaule isolément ou deux par deux.

Pr. grisea habite exclusivement la roche littorale, mais on la trouve à des profondeurs fort variables (de 0 à 80 m.). Son port s'en ressent sensiblement et tandis que les colonies des trottoirs calcaires sont simples ou à peine ramifiées et ne dépassent pas en général 3 millimètres, celles des endroits profonds présentent une ramification abondante et arrivent jusqu'à 3 centimètres; de plus leur hydrocaule devient fasciculé par l'adjonction des stolons venant de l'hydrorhize.

La reproduction a lieu en automne, de septembre en novembre.

Cette espèce ressemble beaucoup par son périsarc membraneux et

terne à une *Bougainvillea*, mais il est facile de distinguer ces deux formes même au premier coup d'œil : en effet, tandis que les hydranthes d'une *Bougainvillea*, pêchée dans de bonnes conditions, sont nettement visibles, ceux de *Pr. grisea* se contractent et se retractent fortement à la sortie de l'eau et ne s'épanouissent plus en captivité.

Le périsarc est formé de deux couches : l'externe, fine et membraneuse, et l'interne, jaune et ferme, décrivant des festons. La couche interne s'amincit vers le sommet du tube et disparaît avant d'atteindre la base de l'hydranthe; la couche externe forme alors à elle seule l'extrémité à peine évasée de l'hydrocaule qui abrite l'hydranthe pendant la contraction.

L'hydranthe, incolore ou d'un rose pâle, ressemble à un *Perigonimus* quelconque, mais le caractère saillant qui sépare cette espèce de tous les Atractylidés connus, c'est la présence d'une membrane protectrice autour du polype contracté (fig. 10, *m. p.*), membrane formée par un repli circulaire d'origine ectodermique qui prend naissance immédiatement au-dessous des tentacules et enveloppe l'hydranthe de toute part, ne laissant subsister qu'un orifice terminal pour assurer la communication de l'hydranthe avec le milieu ambiant.

N'ayant jamais pu, à mon grand regret, observer la formation de cette enveloppe protectrice chez un polype vivant, car toutes les colonies qui n'ont pas été fixées immédiatement à la sortie de l'eau présentaient des hydranthes contractés au maximum, j'ai dû me contenter de l'examen des préparations qui m'ont permis de reconstituer certaines étapes de ce processus. Chez les hydranthes fixés au début de la contraction on observe au-dessous des tentacules déjà fortement contractés, un petit bourrelet ectodermique circulaire (fig. IX, *m.*) formé de cellules très allongées, munies d'un long pied complètement vide, tout le protoplasma s'étant amassé à l'extrémité distale de la cellule. Au fur et à mesure que la contraction avance, les pieds des cellules ectodermiques s'étirent de plus en plus tout en

s'amincissant et les deux faces du bourrelet finissent par s'accoler l'une contre l'autre, ce qui le transforme en une mince membrane formée de deux couches cellulaires.

Les gonophores de *Pr. grisea* dépassent 1 millimètre de long sur 0,6 millimètres de large : c'est seulement grâce à leur présence que l'on peut trouver les formes naines de cette espèce provenant des trottoirs calcaires. Les gonophores femelles sont constitués sur un type assez aberrant en apparence et il est vraiment très difficile de les interpréter sans avoir suivi pas à pas leur formation.

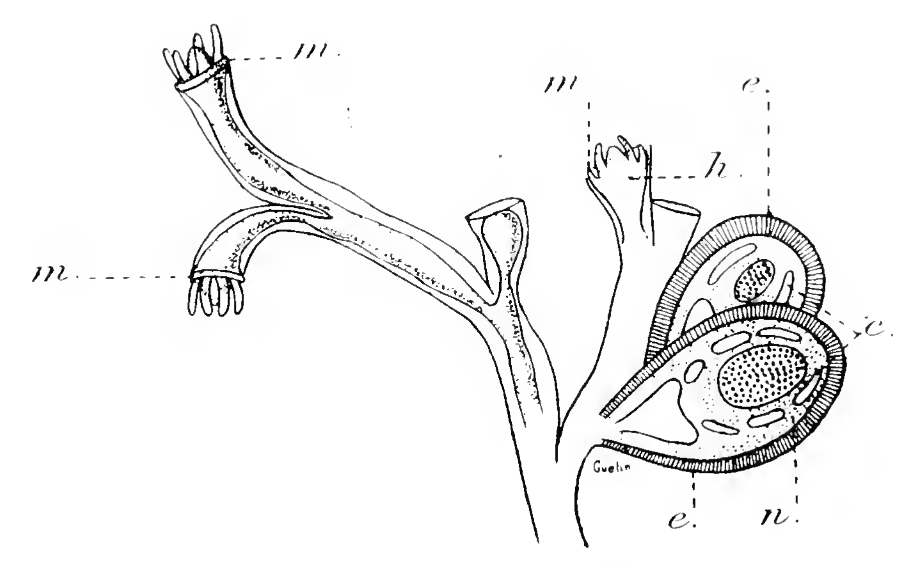


FIG. IX. — Fragment d'une colonie de *Pruvotella grisea* n. sp., × 32.
h, hydranthe vu en coupe optique ; *m*, membrane protectrice ; *e*, ectoderme ; *n*, endoderme ; *c*, canaux endodermiques ; *p*, planula.

Les gonophores jeunes, encore invisibles à l'œil nu (fig. 11), sont formés simplement par une évagination de la paroi du pédoncule de l'hydranthe ; l'ovule, très petit, à protoplasma légèrement granuleux, sans vitellus différencié, est situé dans l'endoderme, au sommet du gonophore.

L'ectoderme, cubique sur tout le pourtour du gonophore, devient cylindrique au sommet ; ses cellules présentent un protoplasma plus dense et se divisent activement dans le sens transversal (fig. 11, *n. m.*). Bientôt les cellules proximales ainsi formées se détachent de l'ectoderme et forment entre lui et l'ovule, qui sur ces entrefaites a traversé

la basale endodermique, un nodule médusaire plein (fig. 12, *n. m.*) qui refoule l'ovule et l'endoderme sous-jacent. Les cellules nues et amiboïdes du nodule continuent à proliférer et s'insinuent entre l'œuf et l'endoderme (fig. 13) : c'est à ce stade que doit avoir lieu la fécondation, car dans tous les gonophores un peu plus avancés on trouve déjà invariablement un embryon.

Les cellules du nodule médusaire se disposent en un épithélium régulier autour de l'embryon (fig. 14, *c. n.*), leur protoplasma devient bien plus abondant et plus granuleux, et elles semblent jouer un rôle important dans la nutrition de l'embryon, car on les voit dépérir lorsque la larve atteint tout son développement. Cet épithélium représente, en somme, l'épithélium sous-ombrellaire, mais il est à remarquer, que si dans un gonophore normal il apparaît tout à fait au début du développement du gonophore, ici on ne le trouve qu'au moment où l'œuf commence à se segmenter.

La lame endodermique primaire apparaît aussi très tard (fig. 13), peu de temps avant la fécondation de l'œuf ; elle est formée de deux feuillets séparés par une cavité, et entoure l'embryon de toutes parts à la façon d'un amnios (fig. 14). Son feuillet direct, doublant l'ectoderme du gonophore, se soude de place en place au feuillet refléchi appliqué contre l'épithélium sous-ombrellaire, et on voit se former ainsi tout autour de l'embryon plusieurs étages superposés de cavités, séparées les unes des autres par de minces trabécules (fig. 14, *c.*). L'embryon grandit rapidement et finit par remplir toute la cavité de gonophore ; les cellules de la couche nourricière diminuent de volume de plus en plus et leur protoplasma devient hyalin.

Les gonophores mâles paraissent être de simples sporophores (fig. 15), avec des spermatoblastes situés dans l'endoderme, tout contre la basale, mais en l'absence de stades jeunes il m'est impossible de me prononcer sur leur véritable nature.

Fam. **Hydractiniidæ** Allm. *ch. emend.*

Inclus : *Hydractiniidæ* Allm. *Podocorynidæ* Allm. *Bimeriidæ* Allm. (*pro parte*) et *Hydrolaridæ* All.

Hydrorhize encroûtante, munie souvent d'épines chitineuses. Hydrocaule nul. Hydranthes stériles, massifs, cylindriques, à hypostome conique. Tentacules filiformes en nombre variable (1-30), disposés généralement en 1-2 verticilles presque réguliers. Hydranthes fertiles présentant toutes les transitions depuis un hydranthe normal. jusqu'à un blastostyle dépourvu de bouche et de tentacules. Nématozoïdes très fréquents.

Gonophores globuleux s'insérant généralement par groupes sur la région soustentaculaires ou exceptionnellement sur l'hydrorhize.

La famille ainsi définie comprend les Hydractiniidés et les Podocorynidés de Hincks (**1868**) ; elle embrasse aussi les Hydractiniidés, les Podocorynidés, les Hydrolaridés et a une partie de Bimeriidés d'Allman (**1872**). Levinsen (**1892**) en créant une famille unique pour tous les Gymnoblastes munis d'un seul verticille de tentacules, a fait entrer tous les genres qui composaient ces familles dans la famille des Bougainvillidés, qui, à son tour, a été réunie par Schneider (**1898**) aux Clavidés. Il faut donc dégager les raisons qui ont déterminé chacun des auteurs à assigner à ce groupe telle ou telle autre place dans la systématique des Gymnoblastes.

Hincks, en créant deux familles pour des types aussi voisins que *Hydractinia* et *Podocoryne*, s'est basé surtout sur la différence dans la constitution de leur hydrorhize ("the cœnosarc naked above" chez *Hydractinia*, "the network clotted with a polypary" chez *Podocoryne*).

Allman qui a trouvé du cœnosarc nu couvrant la surface de l'hydrorhize chez un certain nombre de *Podocoryne* ne les sépare des Hydractiniidés qu'à cause de la différence dans leurs gonophores, représentés par des méduses libres chez les premiers et par des sporophores chez les seconds ; de plus il crée le genre *Stylactis* pour toutes les *Podocoryne*, qui présentent une hydrorhize complètement recouverte de périsarc, et les place dans la famille des *Bimeriidés*.

Levinsen (**1892**) et Bonnevie (**1897**) font complètement abstraction

de la constitution du gonophore, quant à celle de l'hydrorhize, Bonnevie en fait seulement un caractère générique et réunit tous les représentants des Hydractiniidés et des Podocorynidés dans un seul genre *Hydractinia*, placé dans la famille des Bougainvillidés.

Enfin, Schneider réunit dans une seule famille, des Clavidés, tous Gymnoblastes à tentacules filiformes à l'exception des Eudendridés, et fait du genre *Hydractinia*, qu'il considère même comme un "mauvais genre", un terme de passage entre *Perigonimus* et *Bougainvillea*. Il croit qu'il faut voir dans certains Bougainvillidés munis de blastostyles, tels que *Dicoryne* et *Heterocordyle*, les ancêtres probables des *Hydractinia*, qui, à leur tour, aboutiraient à la forme *Bougainvillea* par l'intermédiaire de *Corynopsis*, dont les méduses sont de vraies *Margelis*.

On voit par ce court aperçu historique que chaque auteur attribuait une importance exclusive à tel ou tel caractère particulier du groupe au lieu de l'envisager dans son ensemble. Il s'agit donc de dégager tous les caractères qui donnent aux Hydractiniidés leur physionomie particulière, d'en préciser la valeur et de rechercher les affinités qui existent entre ce groupe et les autres Gymnoblastes.

Ce qui frappe avant tout à l'examen d'une colonie d'Hydractiniidés c'est la constitution particulière de son hydrorhize, la forme générale de l'hydranthe et la disposition des gonophores. Occupons-nous tout d'abord de l'hydrorhize.

Chez un type moyen, tel que *H. carnea* de la Méditerranée, c'est une lame formée de 2-3 plans de canaux entourés de périsarc ; ces canaux s'anastomosent ensemble et forment des réseaux à mailles très étroites remplies de chitine. Cette hydrorhize typique peut se modifier dans deux sens : 1) en se simplifiant, comme cela arrive chez *H.* (*Stylactis*) *inermis* Allm., chez laquelle elle n'est formée que d'un réseau à mailles étroites mais vides, les épaississements chitineux des parois des canaux n'étant pas assez développés pour les remplir : 2) en se compliquant encore davantage. Dans ce cas, certains canaux superficiels se soudent à leurs voisins et l'on trouve

à l'intérieur d'un même tube de périsarc plusieurs canaux endodermiques noyés dans un ectoderme commun, c'est le cas de *Monobrachium parasiticum* Merej., d'après WAGNER (**1890**) ; de plus, dans une hydrorhize ainsi constituée, le périsarc superficiel s'amincit considérablement, comme chez *H. Pruvoti* n. sp., où il forme une pellicule à peine visible. La disparition complète de cette pellicule, accompagnée d'une coalescence générale de tous les canaux superficiels, aboutit à une hydrorhize recouverte de cœnosarc nu, telle qu'on la trouve chez les Hydractiniidés et les Podocorynidés, dans le sens d'ALLMAN. Mais, s'il n'y a aucune différence essentielle entre l'hydrorhize d'une *Stylactis*, d'une *Podocoryne* et d'une *Hydractinia*, il en existe une entre celle-ci et l'hydrorhize des Atractylidés, qui forme toujours un réseau lâche dépourvu d'épaississement du périsarc.

La forme générale des hydranthes et la disposition des gonophores sont aussi autant de caractères qui séparent notre groupe des Atractylidés. Le corps nu, massif, cylindrique, tout d'une venue d'une *Hydractinia* ne présente rien de commun avec l'hydranthe fusiforme, toujours protégé de périsarc, ne fût-ce qu'à sa base, d'un Atractylidé quelconque. De même, les gonophores formant chez la grande majorité des Hydractiniidés un dense anneau autour de l'hydranthe, ne rappellent en rien la disposition que l'on trouve chez les Atractylidés, où ils sont disséminés sur l'hydrocaule.

Mais s'il n'existe presque rien de commun entre ces deux groupes, il y a une famille avec laquelle les Hydractiniidés présentent une affinité incontestable, c'est celle des Clavidés, et particulièrement le genre *Clava*. Cette différence a dû être déjà remarquée par HINCKS (**1868**) qui place ces deux groupes l'un à la suite de l'autre. En effet, chez un certain nombre de *Clava* l'hydrorhize forme un réseau à mailles très étroites, se transformant parfois en une lame encroûtante par suite du développement du périsarc ; de plus, la forme de l'hydranthe et la disposition des gonophores est presque identique dans ces deux groupes et il me paraît bien vraisemblable, que les

Hydractiniidés sont dérivés des Clavidés à la suite d'une réduction du nombre des tentacules et d'une régularité plus grande dans leur disposition.

Les Hydractyniidés ne sont représentés dans la Méditerranée que par trois genres : *Hydractinia* v. Ben., *Podocoryne* Sars et *Stylactis* Allm. Bonnevie (**1897**) a déjà réuni les deux premiers dans un seul genre *Hydractinia*, caractérisé par une hydrorhize recouverte de cœnosarc nu, pour l'opposer à *Stylactis* à hydrorhize complètement close. Mais, tandis que Bonnevie trouve du cœnosarc nu chez *H. Sarsii* Steenstr. et *H. fucicola* Sars, classées par Allman comme des *Stylactis*, Grobben (**1875**) trouve une hydrorhize complètement close chez *H. carnea* Sars, considérée par Allman, comme une *Podocoryne* typique. Cela prouve que l'absence ou la présence d'un cœnosarc nu à la surface de l'hydrorhize constitue un caractère fort variable, même dans les limites d'une même espèce, et qu'il est impossible, à plus forte raison, de lui attribuer une valeur générique.

Les colonies des Hydractiniidés offrent certainement le plus bel exemple de polymorphisme que l'on puisse trouver, mais si chez certaines espèces, telles que *H. echinata* par exemple, ce polymorphisme constitue un caractère constant, il n'en est pas de même de toutes les autres. Chez une *H. carnea*, par exemple, il n'est pas rare de trouver des blastostyles aussi bien développés que chez les hydranthes stériles; tandis que dans le cas extrême ils ne dépassent pas le tiers de la taille d'un hydranthe et ne portent que cinq tentacules. Les nématozoïdes font aussi souvent défaut chez cette espèce et même Allman (**1872**) n'a pas voulu admettre leur existence. Quant aux épines chitineuses que la plupart des auteurs considèrent comme des hydranthes modifiés, opinion qui me paraît peu vraisemblable en raison de leur structure chez certaines formes, telles que *H. echinata* par exemple, c'est encore un de ces caractères fort variables dans les limites d'une même espèce.

Si tous ces caractères sont, à cause de leur variabilité, sans aucune valeur pour la spécification, il en reste cependant un assez grand nombre qui présentent une stabilité relativement grande et qui peuvent servir à délimiter les différentes espèces. On peut les répartir en quatre groupes : 1° caractères tirés de l'hydranthe (nombre et disposition des tentacules) ; 2° caractères tirés de la conformation du blastostyle (absence ou présence de tentacules et différences considérables dans leur nombre) ; 3° caractères tirés de l'insertion des gonophores (leur condensation au-dessous des tentacules ou à la mi-hauteur du corps, leur insertion sur l'hydrorhize), et enfin 4° caractères tirés du gonozoïde.

Hydractinia carnea (Sars.)

Podocoryne carnea Sars (**1846** p. 4, pl. I, fig. 7-8).
Podocoryne albida Sars (*ibid.* p. 7).

Cet hydraire est très abondant sur les fonds vaseux (vase côtière) de toute notre région. De même que dans les échantillons étudiés par Grobben (**1875**) l'hydrorhize était invariablement formée de canaux chitineux parfaitement clos ; toutefois, le périsarc, très épais à la face profonde des canaux, devient considérablement plus mince à la surface.

La reproduction a lieu pendant toute la belle saison.

Hydractinia carnea var. *inermis* (Allm.)

Podocoryne inermis Allman (**1876** p. 3, fig. 2-3).

J'ai eu l'occasion de trouver au commencement de septembre une colonie de cet hydraire en pleine reproduction sur la pince d'une *Dromia vulgaris*. Sa coloration jaune d'or, ses blastostyles absolument égaux aux hydranthes stériles, l'absence de toute trace d'épines et de nématozoïdes, sont autant de caractères qui la séparent de *H. carnea* typique.

Hydractinia aculeata (Wagn.)

Hydra aculeata Wagner (*Iris* 1833, p. 256, pl. XI, fig. 1-10).
Podocoryne aculeata Allman (1872, p. 352).

J'ai eu l'occasion de trouver deux colonies de cette espèce à la surface des coquilles de *Murex* attachés presque à fleur d'eau au quai du port de Cabrera. Les deux colonies, presque complètement incolores. portaient des gonophores femelles d'un rouge orangé.

L'hydrorhize encroûtante, complètement close, porte de toutes petites épines chitineuses assez espacées. Les hydranthes stériles paraissent identiques à ceux d'*H. carnea* ; peut-être sont-ils un peu plus petits. mais en tout cas la différence est très faible.



Fig. X. — Fragment d'une colonie de *Hydractinia aculeata* Wagn. × 32. — *v*, velum.

Les blastostyles, munis de cinq à sept tentacules, sont d'un tiers ou de moitié plus petits que les hydranthes stériles et paraissent aussi être calqués sur ceux d'*H. carnea*.

Les gonophores ovoïdes s'insèrent sur le tiers supérieur du corps du blastostyle par groupe de 4-6. A la maturité ce sont des méduses avec une ombrelle bien développée (fig. X), très musculeuse, munie de 4 canaux radiaires, et d'un canal circulaire et d'un velum.

Les tentacules rudimentaires signalés par Wagner faisaient défaut dans mes exemplaires, je ne crois pourtant pas que ce caractère soit de nature à nécessiter la création d'une espèce nouvelle pour les colonies que j'ai recueillies.

En somme, *H. aculeata*, est une forme extrêmement voisine

d'*H. carnea* et, en l'absence de gonophores, il serait absolument impossible de les distinguer l'une de l'autre. Malheureusement il est impossible jusqu'à présent, de savoir quelle est la valeur des caractères tirés de la constitution des gonophores. De plus, on ne sait absolument rien sur le degré de leur variabitité chez *H. carnea*. Je me vois donc obligée de maintenir l'espèce de WAGNER, tout en espérant, que dans l'avenir, on pourra la rattacher à *H. carnea*, comme représentant une variété locale de cette dernière espèce.

Hydractinia fucicola (Sars.)

Podocoryne fucicola SARS (**1856**, p. 40, pl. II, fig. 6-13).
Stylactis fucicola ALLMAN (**1864**, p. 353).
Podocoryne Hæckelii HAMANN (**1882**, p. 519, pl. XXIV).
Hydractinia fucicola BONNEVIE (**1897**, p. 486, fig. 15-16).

Cette espèce se rencontre assez souvent dans les endroits les plus battus de la roche littorale superficielle où elle vit sur *Balanus perforatus* et parfois sur des Algues ou des Hydraires à périsarc épais. Les Hydranthes, d'un tiers plus petits que ceux d'*H. carnea*, s'élèvent d'une hydrorhize encroûtante complètement entourée de perisarc. L'hypostome, en forme de trompe assez courte, est percé d'une bouche en croix et entouré de tentacules filiformes au nombre de 8-10 (fig. XI) ; exceptionnellement on en trouve 12. La disposition des tentacules correspond exactement à celle qui a été décrite par HAMANN (**1882**.)

Les blastostyles égalent et parfois dépassent même en hauteur les hydranthes stériles, mais on ne s'en rend compte qu'en observant une colonie bien vivante, car leur contractilité est extrême. Ils sont presque de moitié plus minces que les hydranthes stériles et ne possèdent que 6-8 tentacules.

Les gonophores mâles, très gros, ovoïdes, s'insèrent à la mi-hauteur du corps du blastostyle. Dans leur jeune âge ils présentent une constitution franchement médusoïde (fig. 20). L'ombrelle bien développée, mais dépourvue de codonostome et de velum, renferme

4 canaux radiaires et un canal circulaire (fig. 20, *cr.* et *cc*). Le manubrium est entouré de spermatoblastes et occupe toute la cavité sous-ombrellaire ; son épithélium touche l'épithélium sous-ombrellaire et finit par s'y souder, toutefois, en examinant la coupe d'un peu plus près, on peut apercevoir çà et là deux plans de noyaux qui prouvent la coexistence de ces deux épithéliums.

Au fur et à mesure de la prolifération des spermatoblastes, le manubrium distend de plus en plus les parois ombrellaires qui s'amincissent considérablement : les canaux gastro-vasculaires s'oblitèrent et l'ombrelle passe à l'état d'une simple enveloppe protectrice de la gonade.

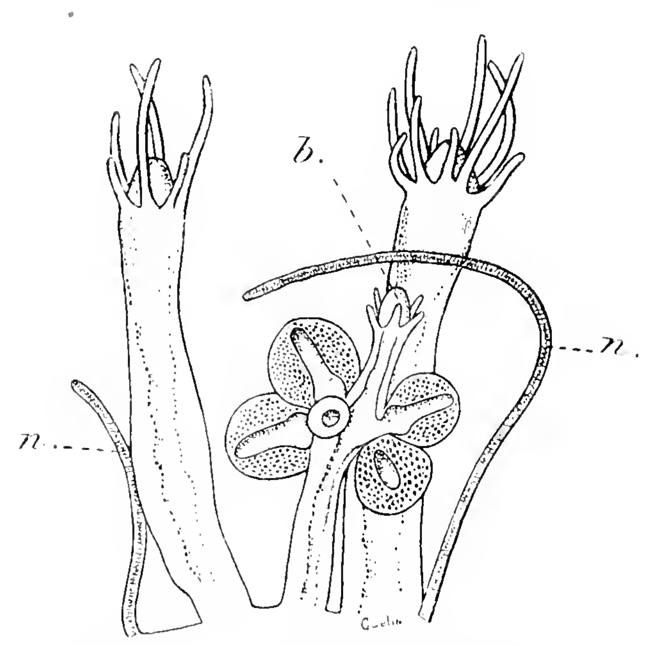


FIG. XI. — *Hydractinia fucicola* Sars. × 32 : *b*, blastostyle contracté ; *n*, nématozoïdes.

En dehors des hydranthes stériles et des blastostyles, on trouve dans un grand nombre de colonies des nématozoïdes très irrégulièrement distribués. Ce sont de longs filaments extrêmement contractiles, se repliant vigoureusement contre le support à la façon d'un fouet qui s'abat. Les nématocystes en garnissent tout l'ectoderme, sans localisation particulière, mais le caractère le plus frappant de ces nématozoïdes c'est qu'ils présentent un axe plein, formé d'une file de grosses cellules à dégénérescence chordoïde, identiques à celle d'un axe tentaculaire.

Les épines de l'hydrorhize, signalées par SARS et par HAMANN ont fait toujours défaut dans toutes les colonies habitant les *Balanus perforatus*, mais, en observant une grande colonie qui en rampant sur la Balane a rencontré une tige de *Sertularella* et s'y est developpée, j'ai été frappée de la voir tout hérissée de pointes chiti-

neuses. Il me semble donc rationnel d'admettre que l'existence de ces épines est liée à la nature du support, à moins qu'il n'y ait là encore d'autres facteurs agissant dans le même sens.

Hydractinia Pruvoti n. sp.

Hydrorhize encroûtante munie de courtes épines chitineuses.

Hydranthes stériles très robustes, à hypostome conique peu proéminent, entouré d'un verticille de 10-14 tentacules. Blastostyles plus petits et de moitié plus grêles sans hypostome différencié, ne portant qu'un tentacule unique inséré très haut, à côté de la bouche.

Gonophores formant un pseudoverticille à la mi-hauteur ou le tiers supérieur du corps des blastostyles.

Méduses munies de 4 canaux radiaires, d'un canal circulaire, de 4 bulbes tentaculaires et d'un gros manubrium gonflé d'œufs.

L'unique échantillon de cette espèce a été trouvé par M. le professeur Pruvot au cours de la deuxième croisière du « Roland » aux îles Baléares, en Juillet 1904.

C'était une colonie extrêmement développée recouvrant entièrement une grosse coquille de *Cassidaria tyrrhena* habitée par un *Pagurus striatus*. L'hydrorhize formée de plusieurs plans de tubes anastomosés, cimentés par de la chitine, est entièrement entourée de périsarc, mais la chitine qui recouvre la face supérieure des tubes superficiels est d'une minceur extrême et, comme il arrive très souvent qu'elle se brise sous le rasoir, on pourrait croire parfois en examinant superficiellement les coupes à l'existence d'un coenosarc nu. Les canaux superficiels ont une tendance à s'accoler à leurs voisins et dans ce cas les parois chitineuses en contact se résorbent

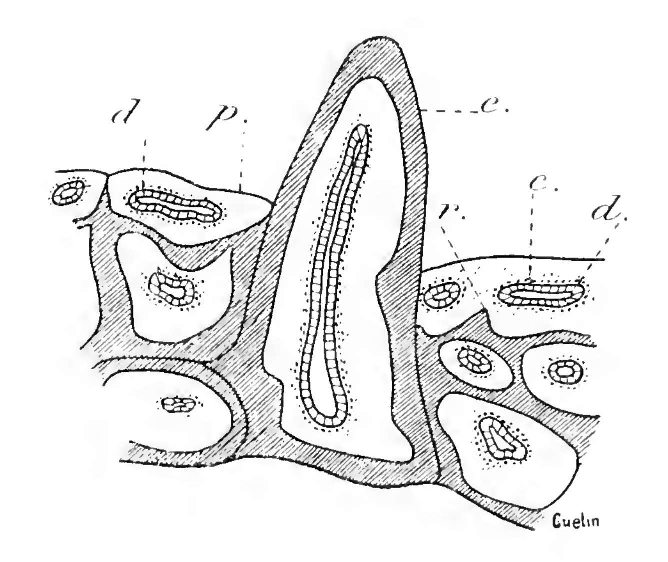


Fig. XII. — Coupe transversale de l'hydrorhize d'*H. Pruvoti*, n. sp., × 57.
e, épine; *p*, perisarc superficiel; *c*, ectoderme commun; *d*, canaux endodermiques; *r*, reste d'une cloison séparatrice.

et l'on trouve ainsi 2-3 canaux endodermiques noyés dans un ectoderme commun et entourés d'une même enveloppe de périsarc (fig. XII, *d* et *e*), mais dans beaucoup de cas la base des cloisons de

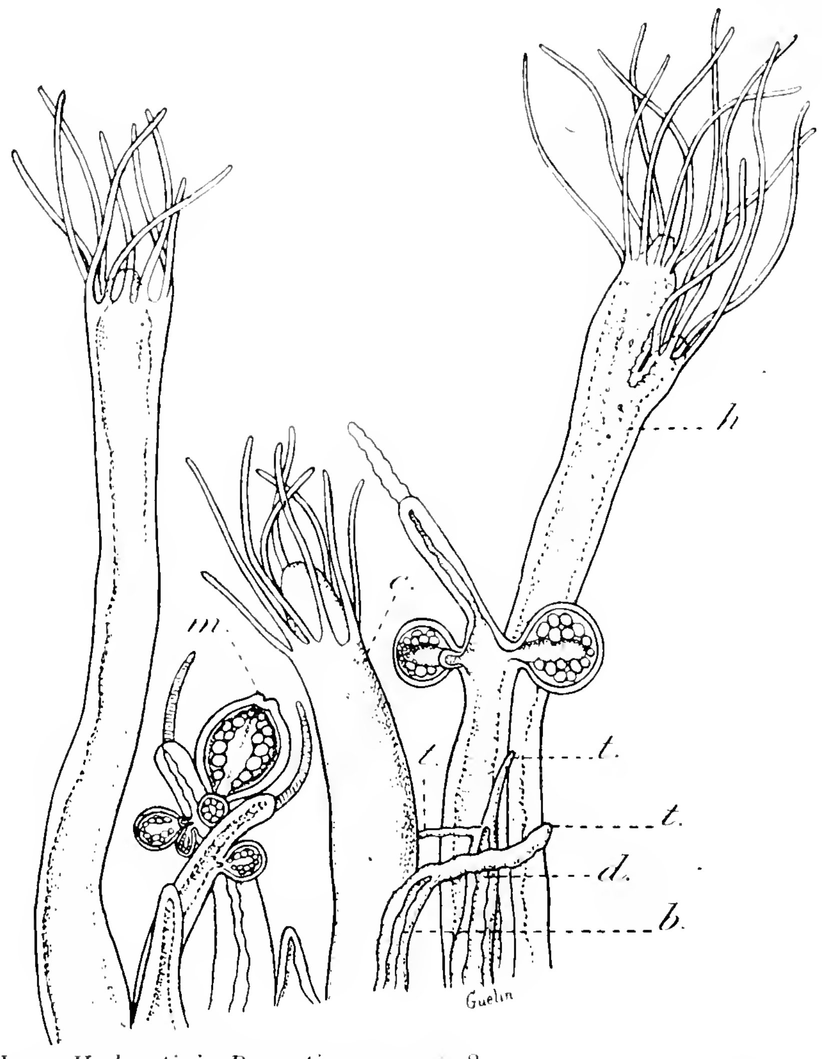


Fig. XIII. — *Hydractinia Pruvoti*, n. sp., × 28.
h, hydranthe double complètement épanoui ; *c*, hydranthe contracté ; *b*, blastostyle normal jeune ; *d*, jeune blastostyle bitentaculé ; *t*, ses tentacules ; *m*, bulbes tentaculaires de la méduse.

séparation est conservée (fig. XII, *e*) et permet ainsi de reconstituer le processus de formation de ces canaux composés.

Les hydranthes stériles ne présentent rien de particulier, sauf leur taille qui peut dépasser 15 millimètres, mais les blastostyles offrent une physionomie très spéciale. Très grêles, tout d'une venue, sans hypostome différencié, avec leur tentacule unique implanté tout à côté de la bouche, ils attirent l'attention, même si l'on examine la

colonie à l'œil nu. Le tentacule, de structure normale, est d'une contractilité extrême et peut être réduit à un simple bouton armé de nématocystes.

Les gonophores s'insèrent généralement vers le tiers supérieur du corps du blastostyle, mais ils peuvent descendre plus bas, jusqu'à la mi-hauteur du corps. Les méduses presque globuleuses, offrent une musculature ombrellaire très puissante, mais sont complètement dépourvues de velum.

Il me reste à signaler l'extrême fréquence des monstruosités que présentait la colonie qui a servi à cette description. Elles étaient tellement nombreuses, que sur vingt hydranthes prélevés on pouvait être sûr d'en trouver 2-3 anormaux. Dans certains cas, il s'agissait d'hydranthes doubles, bien conformés tous les deux et réunis ensemble à la base en un pédoncule commun, mais la plupart des anomalies consistaient en un bourgeonnement de tout petits polypes à tentacules peu nombreux (fig. XII, *h*) fixés sur la région sous-tentaculaire des hydranthes normaux.

Quant aux blastostyles, les monstruosités qu'ils présentaient se traduisaient par une augmentation du nombre des tentacules, et il n'était pas rare de trouver des blastostyles qui en présentaient deux ou trois, mais divergeant tous d'un même point (fig. XIII, *d*).

CONCLUSIONS

En somme, la région que j'ai eu l'occasion d'explorer est assez riche en Hydraires gymnoblastiques, car sur 42 espèces qui ont été signalées en tout dans la Méditerranée, j'ai pu en retrouver 28 et y ajouter en plus 7 espèces et 2 variétés nouvelles. C'est la famille des Atractylidés qui est la mieux représentée, car on en trouve 11 espèces ; elle est suivie de près par les Eudendridés et les Clavidés, représentés respectivement par 6 espèces : les Corynidés et les Hydractiniidés sont à peine plus rares (5 espèces pour chaque groupe), tandis que les Tubularidés n'ont dans notre région que 3 représentants.

En général, il y a une affinité très prononcée entre la faune de ces régions et celle du golfe de Naples, il est pourtant à remarquer que certains types, tels que *Pennaria Cavolini* et *Tubularia mesembryanthemum* qui paraissent être abondants dans les fonds napolitains, font chez nous complètement défaut.

Le nombre des espèces recueillies n'est certes pas suffisant pour permettre de reconstituer la phylogénie des Gymnoblastes ; mais les formes signalées ici renferment quelques types intéressants qui permettent, il me semble, de saisir les affinités réelles existant entre certaines familles et entre certains des genres qui les constituent. C'est ce que j'ai tenté de mettre en lumière en introduisant quelques modifications dans la systématique de ce groupe, modifications très peu révolutionnaires du reste, en ce qui concerne la division en familles, dont les limites concordent à quelques différences près avec celles établies par ALLMAN (**1864**) et HINCKS (**1868**). La différence principale entre la classification proposée dans ce mémoire et celles que l'on admet généralement se trouve surtout dans la division en genres ; en effet, les travaux d'AGASSIZ (**1862**), de WEISMANN (**1883**), de BONNEVIE (**1897**) et de GIARD (**1898**) m'ont amenée à tirer les caractères génériques uniquement du trophosome. Ce principe a aussi servi de base à la classification de SCHNEIDER (**1898**), mais son application me paraît dans certains cas quelque peu arbitraire.

C'est la famille des Corynidés qui est à la base du système. SCHNEIDER considère, en effet, la présence des tentacules capités comme un caractère primitif, car s'il leur arrive fréquemment d'être remplacés par des tentacules filiformes, l'inverse n'a jamais lieu.

Si l'on prend comme point de départ une *Coryne* typique munie d'un grand nombre de tentacules capités, disséminés sans ordre ou bien disposés en verticilles, on peut constater que l'évolution de ce type a marché dans trois directions différentes.

1° Par la diminution du nombre des tentacules, il a abouti à des formes telles que *Tiarella singularis* Sch., par exemple, qui n'en présente plus que 3 verticilles ;

2° Le même processus, accompagné d'une atrophie des capitula du verticille proximal conduit aux *Cladonema* par l'intermédiaire de *Coryne pintheri* Schm., qui ne présente que 3 verticilles capités et de *Stauridium productum* Hincks, qui n'en a plus que 4 ;

3° Par le grand développement du cercle proximal de tentacules filiformes on passe aux Tubularidés par l'intermédiaire des formes telles que *Pennaria symmetrica* Clarke, par exemple, qui peuvent présenter encore une trentaine de tentacules capités. L'apparition d'un grand nombre de tentacules longs et vigoureux à la base de l'hydranthe modifie nécessairement la forme de son corps qui s'élargit alors considérablement à la base et prend une forme en bouteille, caractéristique des Tubularidés.

Il est possible enfin, que des Corynidés munis de boutons urticants accessoires à la face externe des tentacules, tels que *Tiarella singularis* Schulz., par exemple, aient donné naissance aux formes à tentacules ramifiés (*Cladocoryne*).

L'origine des Clavidés est encore fort obscure. SCHNEIDER et BONNEVIE admettent qu'ils constituent une famille parallèle à celle des Corynidés avec lesquels ils sont reliés par un ancêtre commun inconnu ; mais il semble aussi plausible d'admettre que la disparition des capitula caractéristiques de ce dernier groupe ait pu le faire aboutir au type Clavidé. Ce n'est pas là une supposition purement gratuite, car la disparition des boutons urticants terminaux a été déjà observée par PICTET chez *Pennaria Cavolini* ; j'ai eu aussi l'occasion d'examiner *Vorticlava larynx* qui sur 5 tentacules distaux en présentait 2 terminés par un simple renflement dépourvu de gros nématocystes, ce qui, au moins dans ce cas, était complètement indépendant de l'âge de ces tentacules. Malheureusement notre région est très pauvre en Clavidés typiques, et dans la bibliographie on ne trouve pas d'observations relatives à la possibilité de l'existence des tentacules renflés chez les représentants du genre *Clava* ; mais, en revanche, il n'est pas très rare de constater leur présence chez des formes voisines, telles que *Hydractinia*. Quoi qu'il en soit,

les Clavidés présentent deux formes caractéristiques : une forme nue, *Clava* et une forme à hydrocaule *Cordylophora* dont l'évolution ultérieure a été parallèle à celle des Corynidés. Les Clavidés nus, en compliquant leur hydrorhize déjà encroûtante et en réduisant le nombre de leurs tentacules, ont pu donner origine aux Hydractiniidés, tandis que le même phénomène intervenant chez les Clavidés à hydrocaule, les relie intimement aux Atractylidés par l'intermédiaire du genre *Perigonimus*, dont certains représentants, tels que *P. serpens* Allm. parex., présentent encore des variations considérables dans le nombre et le mode de distribution des tentacules.

Il ne reste plus que la famille des Eudendridés, mais celle-ci présente un certain nombre de caractères, tels que la forme de son hypostome et la présence des nématocystes et parfois des véritables cnidophores à la base du corps de l'hydranthe, qui l'éloignent de tous les autres Gymnoblastes. De plus, la composition relativement uniforme (un seul genre avec une vingtaine d'espèces), et l'absence de tout terme de transition rend jusqu'à présent son origine fort obscure.

INDEX BIBLIOGRAPHIQUE

1862. Agassiz (L.). Contribution to the natural History of the U. S. (*Mem. Amer. Soc. Arts Sc. Boston*, T. III et IV).

1857. Alder (J.). A Catalogue of the Zoophytes of Northumberland and Durham. (*Trans. Tynes Nat. Field Club*, T. III).

1862. Alder (J.). Supplement to the Catalogue etc. (*ibid* , T. V).

1859*a*. Allman (G.-F.). Notes of the Hydroids Zoophytes (*Ann. Mag. N. H.* [3] T. IV, p. 48-55).

1859*b*. Allman (G.-F.). Notes of the Hydroids (*ibid.*, p. 367-370).

1863. Allman (G.-F.). Notes on the *Hydroida* (*ibid.*, [3], T. XI, p. 8-12).

1864*a*. Allman (G.-F.). Notes on the *Hydroida* (*ibid.*, [3], T. XIV, p. 57-64, pl. II).

1864*b*. Allman (G.-F.). On the Construction and Limitation of genera among the *Hydroida* (*Ibid.* T. XIII, p. 345-380).

1870-1872. Allman (G.-F.). A Monography of the Gymnoblastic or Tubularian Hydroids (*Ray Soc., London.* T. I et II).

1876. Allman (G.-F.). Diagnoses of new Genera and species of Hydroida (*Journ. Lin. Soc. London*, T. XII).

1884. BALE (W. M.). Catalogue of the Australian Hydroids Zoophytes (*Sydney*).

1841. BENEDEN (P.-J. van). Recherches sur la structure de l'œuf un nouveau genre de Polype (*Hydractinia*). (*Bull. Acad. R. Belg.* T. VIII, p. 89-92).

1844a. BENEDEN (P.-J. van). Sur les genres *Eleuthérie* et *Synhydre* (*ibid.* p. 305-314).

1844b. BENEDEN (P.-J. van). Recherches sur l'embryogénie des Tubulaires et l'histoire naturelle des différents genres de cette famille, qui habitent la côte d'Ostende (*N. Mem. Acad. Belg.*, T. XVII, p. 72, pl. I, IV).

1904. BILLARD (A.). Contribution à l'étude des Hydroïdes (multiplication, régénération, greffes, variations). (*Ann. Sc. Nat.* [8] T. XX, p. 1-251, pl. I-VI).

1896. BONNEVIE (Kr.). *Hydroida* (*Den Norske Nordhavs Expedition.* T. VII).

1897. BONNEVIE (Kr.). Zur Systematik der Hydroiden (*Zeit. wiss Zool.*, p. 465-496, pl. XXV-XXVII).

1785. CAVOLINI (F.). Memorie per servir alla storia dei polypi marini (*Napoli*).

1879. CLARKE (S.), Report on the *Hydroida* collecter during the Exploration of the Gulf-Stream (*Bull. Mus. Haw Col.*, T. V, nº 10, p. 239-252).

1848. DALYELL (J.-G.). Rare and remarquable animals of Scottland. (T. I et II, *London*).

1843. DUJARDIN (F.). Observations sur un nouveau genre de Médusaire (*Cladonema*) provenant de la métamorphose des Syncorynes. (*Ann. Sc. Nat. (Zoologie)* [2] T. XX, p. 370-373).

1845. DUJARDIN (F.). Memoire sur le développement des Médusaires et des Polypes Hydraires. (*Ibid.*, [3] T. IV, p. 247-281, pl. XIV-XV).

1880. DU PLESSIS (G.). Catalogue provisoire des Hydroïdes médusipares observés duraut l'hiver 1879-80 à la station zoologique de Naples. (*Mitth. Zool. station Neapel,* T. II, p. 143-149).

1888. DU PLESSIS (G.) Faunes des Hydraires littoraux gymnoblastiques observés à Villefranche s/m (*Rec. zool. Suisse*, T. IV, p. 525-544).

1834. EHRENBERG (Chr. G.), Beitrag zur physiologischen Kenntniss der Corallenthiere im Allgemeinen und besonders des Rothen Meeres, (*Abh. Akad. Berlin*).

1786. ELLIS (F.) and SOLANDER (D.). The natural History of many curious and uncommon Zoophytes collected from various parts of the globe (*London*).

1898. GIARD (A.). Sur l'ethologie de *Campanularia calyculata* Hincks. (*C. R. Soc. Biol. Paris* [10] T. V. p. 17-20).

1875. GROBBEN (C.). Über *Podocoryna carnea*. (*Sitz. Acad. Wien.*, T. LXXII, p. 1-13, pl. I-III).

1847. JOHNSTON (G.). A History of the British Zoophytes. (*London*).

1882. HAMANN (O.). Der Organismus der Hydroidpolypen. (*Jen. Zeit. Nat.* T. XV, p. 473-544).

1887. HARTLAUB (Cl.). Sur Kenntniss der Cladonemiden. (*Zool. Anz.*, T. X, p. 651-658).

1899. HARTLAUB (Cl.). Zur Kenntniss der Gattungen *Margelopsis* und *Nemopsis*. (*Nachr. Gos. wiss Göttingen*).

1861*a*. HINCKS (Th.). On *Clavatella*, a new genus of Corynoïde polypes, (*Ann. Mag. N. H.* [3] T. VII, p. 73-81, pl. VII-VIII).

1861*b*. HINCKS (Th.). A Catalogue of the Zoophytes of South Devon and South Cornwall, (*ibid.* T. VIII, p. 152-161, 251-262 et 290-297. pl. VI-VIII).

1868. HINCKS (Th.). A History of the British Zoophytes. (T. I et II, (*London*).

1861. KROHN (A.). Beobachtungen uber den Bau und die Fortpflanzung der *Eletheuria* Quatrephages (*Arch. Naturgesch.* T. I, p. 157-170).

1884. LENDENFELD (R. von). The Australian *Hydromedusæ* (*Proc. Lin. Soc. N. S. Wales*, T. IX, p. 206-242, 259-307, 345-354, 401-421, 467-493, 581-635, 908-925 et 942-986).

1843. LESSON (R P.). Zoophytes Acalèphes. (*Paris*).

1892. LEVINSEN (G. M.). Meduser, Ctenophorer og Hydroider fra Gronlands Vestkyst. (*Vid. Medd.*, T. IV p. 143).

1767. LINNÉ (C.). Systema naturæ. *12e éd.* (T. I. *Vindobonæ*).

1890. MARKTANNER-TURNERETSCHER (G.). Die Hydroiden des K. K. Hofmuseums. (*Ann. Hofmus. Wien* T. V. p. 199-286. pl III-VII).

1864. NORMAN (A. M.). On undescribed British *Hydroida* (*Ann. Mag. N. H.* [3] T. XIII, p. 82-84, pl. IX).

1865. NORMAN (A. M.). On *Merona*, an undescribed Genus of British *Hydrozoa* (*ibid.*, T. XV, p. 251-262).

1766. PALLAS (P. S.). *Elenchus Zoophytorum* (*Haag.*)

1893. PICTET (C.). Etudes sur les Hydraires de la baie d'Amboine. *Rev. Suisse Zool.*) T. I. p. 3-30).

1884. PIEPER (F. W.). Ergänzungen zur Heller's Zoophyten (*Zool. Anz.* T. VII, p. 148-152).

1871. ROTCH (W. D.). On a new genus and species of Hydroid Zoophyte (*Cladocoryne floccosa*) (*Ann. Mag. N. H.* [4] T. VII, p. 227-228).

1856. SARS (M.). Middelhavets Littoral Fauna. (*Nyt. Mag. for. Nat.* T. IX. p. 111-164 pl. I-II).

1898. SCHNEIDER (K. C.). Hydropolypen von Rovigno. *Zool. Jahrb.* [*Syst.*]. T. X, p. 472-555).

1876. SCHULZE (F. E.). *Tiarella singularis*, ein neuer Hydropolyp. (*Zeit. wiss. Zool.* T. XXVII, p. 403-417, pl XXIX-XXX).
1890. WAGNER (F.). Recherches sur l'organisation de *Monobrachium parasiticum* Mer. (*Arch. Biol.*, T. X, p. 273-309).
1883. WEISMANN (A.). Die Enstehung der Sexualzellen bei den Hydromedusen. (*Jena*).

EXPLICATION DE LA PLANCHE

PLANCHE III

FIG. 1. *Cordylophora annulata.* — Coupe sagittale d'un gonophore presque mûr. *y*, extrémité supérieure de la méduse ; *e*, estomac ; *c*, poche gastrovasculaire périphérique ; *m*, mannbrium ; *ecm* et *enm*, ectoderme et endoderme du manubrium ; *ms*, musculature sous-ombrellaire × 190.

FIG. 2. *Cordylophora annulata.* — Coupe transversale d'un gonophore plus jeune, passant au-dessous du velum × 260.
Mêmes lettres que sur la fig. 1 : *ec s*, ectorderme sous-ombrellaire.

FIG. 3. *Cordylophora pusilla.* — Coupe longitudinale d'un jeune gonophore femelle.
n m, nodule médusaire ; *ov*, ovule ; *x*, point où disparaît la basale × 550.

FIG. 4. *C. pusilla.* — Coupe longitudinale d'un gonophore plus avancé.
l en, lame endodermique primaire ; *ec s*, ectoderme sous-ombrellaire ; *n*, cellules mères des nématocystes × 550.

FIG. 5. *C. pusilla.* — Coupe longitudinale d'un gonophore plus avancé.
Mêmes lettres que sur la fig. 4 : *s*, spadice × 550.

FIG. 6. *C. pusilla.* — Coupe longitudinale d'un gonophore presque mûr.
Mêmes lettres que sur la fig. 4 × 260.

FIG. 7. *C. pusilla.* — Coupe longitudinale d'un jeune gonophore mâle.
Mêmes lettres que sur la fig. 4 : *sp*, spermatoblastes × 550.

FIG. 8. *C. pusilla.* — Coupe longitudinale d'un gonophore mâle plus avancé.
Mêmes lettres que sur la fig. 4 : *s*, spadice × 260.

FIG. 9. *C. pusilla.* — Coupe longitudinale de l'extrémite distale d'un gonophore mâle presque mûr.
Mêmes lettres que sur la fig. 4 : *b*, bouton ectodermique × 550.

FIG. 10. *Pruvotella grisea.* — Coupe longitudinale d'un hydrante rétracté.
p, périsarc ; *ec*, ectoderme ; *m p*, membrane protectrice ; *t*, tentacules; *h*, hypostome × 190.

FIG. 11. *P. grisea.* — Coupe longitudinale d'un jeune gonophore femelle.
en, endoderme ; *ec*, ectoderme ; *n m*, nodule médusaire × 260.

FIG. 12. *P. grisea.* — Coupe logitudinale de l'extrémité distale d'un gonophore plus avancé.
Mêmes lettres que sur la fig. 11 : *en r*, endoderme refléchi × 260.

FIG. 13. *P. grisea.* — Coupe longitudinale d'un gonophore encore plus avancé.
Mêmes lettres que sur la fig. 11. × 260

FIG. 14. *P. grisea.* — Coupe longitudinale d'un gonophore plus développé.
Mêmes lettres que sur la fig. 11 : *pl*, planula : *n m*, couche nourricière ; *ep*, ectoderme de la planula × 190.

FIG. 15. *P. grisea.* — Fragment d'une coupe longitudinale d'un gonophore mâle.
ec, ectoderme ; *en*, endoderme ; *sp*, spermatoblastes × 260.

FIG. 16. *Eudendrium ramosum.* — Fragment d'une coupe transversale d'un hydranthe passant au-dessus de la capsule chitineuse.
n, boutons à gros nématocystes × 260.

FIG. 17. *Eudendrium fragile.* — Coupe longitudinale d'une hydranthe fertile.
p, périsarc ; *n*, nématocystes ; *c g*, cellules germinales ; *b*, bouton apical × 190.

FIG. 18. *Eudendrium simplex.* — Coupe transversale d'un gonophore.
s, spadice ; *sp*, spermatoblastes ; *ov*, ovule × 550.

FIG. 19. *E. simplex.* — Coupe longitudinale d'un hydranthe.
p, périsarc ; *g*, cellules glandulaires ; *n*, nématocystes ; *c g*, cellules germinales ; *s*, ébauche d'un spadice ; *sp*, spermatides ; *ov*, ovule × 260.

FIG. 20. *Hydractinia fucicola.* — Coupe longitudinale d'un jeune gonophore mâle.
m, manubrium ; *ec m*, ectoderme du manubrium ; *ec s*, ectoderme sous-ombrellaire ; *sp*, spermatoblastes ; *c r*, canal radiaire ; *c c*, canal circulaire × 260.

ERGASTOPLASME
PSEUDOCHROMOSOMES & MITOCHONDRIA

A propos des formations ergastoplasmiques des cellules séminales chez Scolopendra cingulata.

PAR

P. BOUIN
Professeur agrégé à la faculté de médecine de Nancy[1].

Les testicules de *Scolopendra cingulata* sont constitués par des organes fusiformes, légèrement incurvés, terminés en pointe à leurs extrémités et accolés deux à deux. Ils renferment une série de logettes, bien visibles sur des coupes exactement longitudinales et observées à un faible grossissement. Elles sont délimitées par des cloisons connectives qui parcourent l'organe suivant son grand axe. Chacune de ces logettes est occupée par une lignée spermatogénétique rectiligne qui prend naissance au niveau d'une extrémité testiculaire et qui se développe progressivement vers la région centrale. Toutes ces lignées spermatogénétiques ne sont pas semblables. Les unes aboutissent à la constitution de spermatocytes très volumineux et de spermies très chromatiques. Ce sont les spermies eupyrènes Les autres sont caractérisées par des spermatocytes de premier ordre de dimensions beaucoup moindres et par des spermies de taille très

[1] Laboratoire d'Histologie de la Faculté de Médecine de Nancy.

réduite, peu chromatiques. Ce sont les spermies oligopyrènes. Nous avons fait connaître ailleurs la marche de ces processus. Nous rappellerons seulement que les termes employés ici sont empruntés à MEVES qui les a utilisés pour définir les deux sortes de spermies de *Paludina vivipara*. Il existe donc une double spermatogenèse chez *Scolopendra cingulata*. La distinction entre les deux lignées spermatogénétiques se traduit pendant la phase d'accroissement des spermatocytes, les uns augmentant considérablement de volume, les autres atteignant des dimensions plus restreintes. Les processus dont nous nous occuperons ici sont à peu près identiques dans les éléments constitutifs des deux lignées spermatogénétiques et la description qui va suivre a trait aussi bien aux spermatocytes de la petite variété qu'à ceux de la grosse.

A. — LES FORMATIONS INTRACYTOPLASMIQUES APRÈS EMPLOI DES MÉTHODES TECHNIQUES ORDINAIRES. — Les formations intracytoplasmiques des éléments sexuels, chez *Scolopendra*, présentent des caractères différents suivant les méthodes techniques employées. Après emploi des méthodes de fixation et de coloration usuelles, les jeunes spermatocytes possèdent les particularités suivantes. Ce sont de petits éléments cubiques, avec un gros noyau entouré d'une faible quantité de cytoplasma. Ils sont disposés en longues files les uns derrière les autres aux deux extrémités de l'organe testiculaire. Nous n'avons pu observer les divisions des spermatogonies qui leur donnent naissance ; la phase germinative se réalise sans doute avant le mois de juin, époque à laquelle nous avons prélevé nos organes. Les résidus fusoriaux de ces divisions persistent entre les cellules-filles et réunissent deux à deux les jeunes spermatocytes. Ces résidus fusoriaux sont souvent rejetés sur les parties latérales de la cellule et peuvent même devenir tangents à la membrane cellulaire. De plus, ils se soudent quelquefois par leurs extrémités et constituent de la sorte un vaste ligament intercellulaire qui peut solidariser une longue file de jeunes spermatocytes. (Pl. IV, fig. 1 et 2). De semblables ligaments intercellulaires ont été observés dans un certain nombre d'élé-

ments. (Platner (1889), Zimmermann (1891), Prenant (1892), Bolles Lee (1896), Henneguy (1896), etc...) Meves (1896) a aussi constaté, chez *Salamandra maculosa*, la persistance de résidus fusoriaux entre les spermatocytes, même après plusieurs divisions cellulaires. Il a vu en outre qu'il existe des connexions entre ces résidus et les microcentres, leurs extrémités s'étendant jusqu'à l'amas de substance qui renferme ces derniers.

Le ligament intercellulaire se déplace, dès le début de la phase d'accroissement, et occupe bientôt l'axe médian des cellules. Ses extrémités se mettent en rapport avec un corps analogue au Nebenkern des auteurs, qui s'est développé peu à peu dans le cytoplasma. Ce corps est constitué par deux substances : 1°) une substance filamenteuse, formée de bâtonnets allongés, colorables fortement par les teintures cytoplasmiques ; 2°) une substance homogène ou finement granuleuse qui englobe la première.

La substance filamenteuse, d'abord peu développée dans les spermatocytes jeunes, s'épaissit peu à peu, s'étend et recouvre le pôle nucléaire à la manière d'une coiffe. Elle augmente ensuite de volume au fur et à mesure de l'accroissement du spermatocyte, progresse le long des parois nucléaires et finit par entourer le noyau complètement. Dans un grand nombre de cas, elle enveloppe une des faces du noyau, tandis que la substance filamenteuse située à l'autre extrémité du ligament intercellulaire contourne la face opposée de l'autre noyau-fille. L'ensemble de la substance filamenteuse figure alors un S majuscule qui renferme les deux noyaux dans la concavité de ses anses. Prenant a vu une semblable figure dans le même objet et l'interprète comme une preuve de la rotation des noyaux-filles dans la phase terminale de la mitose. Mais cet aspect est d'assez courte durée et la substance filamenteuse finit par englober totalement le noyau quand le spermatocyte parvient à une période avancée de son développement. — Prenant, dès 1887, avait observé dans le même objet des formations identiques, comme nous le verrons plus loin.

Il y a lieu de se demander si cette substance ne provient pas des

fibrilles du ligament intercellulaire dont les extrémités s'accroîtraient progressivement. Cette opinion se présente tout d'abord à l'esprit quand on examine des coupes traitées par les méthodes techniques ordinaires. Mais des observations plus précises à l'aide d'autres méthodes et la comparaison avec des observations analogues faites sur d'autres objets nous montreront qu'il s'agit plutôt d'une substance de néoformation, qui se développe dans la cellule pendant la phase d'accroissement.

La substance homogène constitue un amas plus ou moins volumineux situé contre le noyau. Elle est en rapport avec l'extrémité du résidu fusorial. Elle est parcourue, surtout au niveau de sa région périphérique, par les bâtonnets et les filaments cytoplasmiques. De plus, sa région centrale, plus claire, renferme deux grains colorés en noir d'une manière intense : ils représentent deux centrioles. C'est le microcentre de la cellule considérée. Cette masse occupe la situation de la sphère ou *idiozome* (Meves) et possède les caractères de cette formation : aussi croyons-nous qu'il faut la considérer comme représentant l'idiozome des spermatocytes de Scolopendre (fig. 3).

Les spermatocytes de premier ordre de Scolopendre nous montrent donc un idiozome qui renferme le microcentre et une substance filamenteuse qui se développe de plus en plus pendant la phase d'accroissement. Cette dernière substance disparaît avant la prophase de la première mitose de maturation. Les méthodes techniques usuelles nous fournissent peu de renseignements morphologiques sur ces formations intracytoplasmiques, surtout sur leur origine et sur leur destinée. Aussi est-il nécessaire de s'adresser à des méthodes spéciales pour compléter autant que possible ces premières notions.

B. — Formations intracytoplasmiques après emploi de méthodes techniques spéciales. — Les filaments cytoplasmiques se colorent d'une manière spéciale si on fixe les testicules de Scolopendre par le sublimé et si on colore les coupes par la laque ferrique d'hématoxyline. Ils se teignent alors en noir intense et offrent les caractères morphologiques que nous avons reconnus à des forma-

tions analogues désignées par nous sous le nom de « *formations ergastoplasmiques* ».

Ces formations se différencient dans les spermatogonies ; mais la taille très exiguë de ces éléments chez la Scolopendre, le volume relativement considérable du noyau, la faible quantité du cytoplasme, les fixations défectueuses fournies par les solutions de sublimé ne nous ont pas permis des observations complètes et satisfaisantes. Nous avons constaté, dans le cytoplasme de certaines spermatogonies, quelques granulations noires disséminées dans tout le territoire cellulaire. Cette observation est à rapprocher de celle de Benda (**1902**) qui a coloré des granulations dans les spermatogonies de divers Vertébrés et Invertébrés à l'aide de procédés techniques particuliers. La réaction spécifique présentée par ces granulations, leur manière d'être et leur signification morphologique ont permis à l'auteur de les considérer comme une entité cellulaire nouvelle, les *Mitochondries*. Meves (**1900**) a également observé des granulations nombreuses dans les spermatogonies de divers Invertébrés *(Paludina vivipara, Pygæra bucephala)*. Il les a colorées, comme nous, par la laque ferrique d'hématoxyline. Le cytoplasme des spermatogonies de Scolopendre présente aussi parfois de minces filaments, parallèles à la membrane nucléaire. On peut leur reconnaître une structure microsomateuse et les comparer aux *Chondriomites* de Benda, constituées par des Mitochondries juxtaposées et disposées en files plus ou moins longues (fig. 4, 5, 6).

Les jeunes spermatocytes présentent dans leur cytoplasme une formation qui attire tout de suite l'attention par son volume et sa netteté. Cette formation est constituée par des filaments colorés en noir intense par la laque ferrique d'hématoxyline. Ils répondent à la substance filamenteuse que nous connaissons déjà dans le cytoplasme des spermatocytes. Les uns sont dirigés parallèlement aux fibrilles du résidu fusorial ; ils sont peu nombreux, trapus et volumineux. Les autres, peu nombreux également, s'enchevêtrent dans toutes les directions au niveau de la zone occupée par l'idiozome, c'est-à-

dire dans la région cytoplasmique située entre le noyau et le résidu fusorial. Les uns et les autres sont d'ailleurs en continuité substantielle (fig. 7 et 8.)

Ces filaments paraissent le plus souvent homogènes. Dans certains cas, on peut leur reconnaître une structure semblable à celle des Chondriomites de Benda. Ils sont alors constitués par des granulations disposées les unes à la suite des autres. Les filaments analogues que nous avons vus (**1899**) dans les spermatocytes de *Lithobius* au début de la phase d'accroissement offraient aussi cette structure microsomateuse ; il en était de même des filaments ergastoplasmiques que nous avons décrits (**1898-1899**) dans les jeunes ovocytes de certains Invertébrés et dans les jeunes cellules-mères de certaines plantes. Quelle est leur origine et comment se différencient-ils dans le cytoplasme des jeunes spermatocytes? Pourquoi ces formations épousent-elles la configuration du résidu fusorial? L'interprétation qui se présente la première, c'est que les filaments constitutifs du résidu fusorial se sont épaissis, allongés, transformés en une substance spéciale colorable par l'hématoxyline ferrique. Mais l'évolution ultérieure de cette substance, sa disposition morphologique, les observations analogues faites sur d'autres objets font rejeter cette manière de voir. Nous pensons qu'il s'agit là d'une substance de nouvelle formation, qui se constitue dans le cytoplasme soit aux dépens de granules qui se disposent en file, soit aux dépens de certains filaments du mitome cellulaire. Nous n'avons pu saisir sur le fait la différenciation de cette substance filamenteuse. Peut-être provient-elle des grains et filaments analogues des spermatogonies, s'applique-t-elle, pendant la mitose des spermatogonies, à la surface et autour de la figure caryodiérétique et se trouve-t-elle étranglée, pendant la télophase, par l'invagination équatoriale de la membrane cellulaire? Cette manière d'être coïnciderait avec les observations de Benda (**1902**) sur la disposition des Chondriomites et leur division dans les mitoses spermatocytaires de certains Invertébrés (*Blaps*, par exemple). Meves (**1900**) a fait la même constatation chez *Paludina vivipara* et

Pygæra bucephala. Nous n'avons rien vu de semblable au cours de la première et de la seconde division de maturation chez la Scolopendre.

Les filaments ergastoplasmiques, d'abord très peu abondants, augmentent rapidement en nombre, en longueur et en volume pendant la phase d'accroissement des spermatocytes. Ce processus se manifeste surtout au niveau de la région occupée par l'Idiozome dont la substance est traversée dans tous les sens par ces filaments. Ils s'allongent de plus en plus et s'appliquent contre la face externe de la membrane nucléaire qu'ils coiffent à la manière d'une calotte. De nouveaux filaments se différencient dans le cytoplasme, au voisinage immédiat du noyau. Ils recouvrent souvent toute une moitié de la périphérie nucléaire. Ces sortes de calotte sergastoplasmiques enveloppent les moitiés opposées des noyaux dans chacune des cellules-filles encore reliées par leur résidu fusorial et par la bande péri-fusoriale (fig. 9, 10, 11 et 12). Les formations ergastoplasmiques finissent enfin, quand le spermatocyte a atteint un certain développement, par entourer complètement le noyau et par former autour de lui une épaisse couronne dont la substance constitutive se colore plus énergiquement par la laque ferrique d'hématoxyline que la substance chromatique elle-même (fig. 13).

Les bâtonnets intracytoplasmiques sont tout d'abord très minces, et, dans certains cas, on peut leur reconnaître une structure microsomateuse. Cette structure disparaît plus tard, quand ils se sont considérablement épaissis ; ils semblent alors continus et homogènes dans toute leur étendue. L'examen des spermatocytes obtenus par dissociation de testicules dans le sang de l'animal fournit les mêmes renseignements. On distingue avec facilité dans le cytoplasme une masse de gros boyaux réfringents, parfaitement homogènes, tandis que les plus minces présentent une structure granuleuse. Cet examen à frais fournit des données relativement complètes et la preuve qu'il n'y a rien d'artificiel dans nos préparations.

Peu après leur différenciation, les bâtonnets cytoplasmiques

affectent toute sorte de formes et de dispositions. Ils s'incurvent le plus souvent et figurent des spirales enchevêtrées. Puis ils deviennent de plus en plus épais, se rompent de distance en distance, s'incurvent plus fortement et dessinent des boucles ou des anses à rayon très court, ou des anneaux fermés. Ces anneaux irréguliers et de taille inégale s'accolent souvent les uns contre les autres et figurent ainsi de petites plages grillagées. Ils rappellent les *Centrophormies* décrites par Ballowitz (**1900**) dans les cellules de l'épithélium postérieur de la cornée et les capsules perforées des spermatocytes de *Proteus* observées par M. Heidenhain (**1899**). La substance contenue dans ces anses ou dans ces anneaux se colore en gris plus ou moins foncé (fig. 14 et 15).

Ces boyaux ergastoplasmiques s'écartent les uns des autres au fur et à mesure que le spermatocyte augmente de volume; ils s'écartent également du noyau et envahissent peu à peu une plus grande étendue du cytoplasma. En même temps, les filaments les plus allongés se rompent à leur tour; leurs fragments forment des anneaux ou se concrètent en masses arrondies colorées en noir mat. Quand le spermatocyte a presque atteint son accroissement complet, toute la substance filamenteuse ergastoplasmique, celle qui entourait le noyau comme celle qui entourait le résidu fusorial, a subi ce processus de fragmentation. Ce processus s'accentue encore pendant la phase qui précède la première mitose de maturation. Les anneaux chromatiques se condensent, les plages grillagées se dissocient en leurs éléments constitutifs, les sphères chromatiques se segmentent en sphérules et celles-ci en granules qui se disséminent dans toute l'étendue du territoire cytoplasmique (fig. 16). Un grand nombre cependant, parmi les fragments des boyaux ergastoplasmiques, paraissent se résorber sur place sans se dissocier en granules. Ceux-ci disparaissent aussi en grand nombre avant la prophase de la première division de maturation. Nous rappellerons ici que nous avons constaté une semblable disparition des formations ergastoplasmiques dans les objets où nous les avons tout d'abord étudiés (cellule-mère du sac chez les Liliacées,

ovocytes d'*Asterina gibbosa*, spermatocytes de *Lithobius forficatus*). Van der Stricht (1902-1904) a fait la même constatation à propos de l'évolution des Pseudochromosomes dans l'ovocyte de *Vesperugo noctula*. Benda (1898-1899-1902), au contraire, insiste beaucoup sur la persistance des Mitochondries ou des Chondriomites pendant les mitoses de maturation. Cette persistance intégrale des Mitochondries pendant la mitose, leur partage entre les cellules-filles, leur distribution aux spermatides, leur participation à l'édification de l'enveloppe spirale des spermies représentent les raisons fondamentales sur lesquelles l'auteur s'appuie pour en faire un organe important et permanent de la cellule. Meves, comme Benda, constate que les Mitochondries, organisées en Chondriomites, entourent la figure de division, se disposent parallèlement à l'axe de cette figure et sont séparées en deux masses à peu près égales par la plasmodiérèse. Nous n'avons rien vu de semblable, rien de comparable à ce que Benda, par exemple, figure à propos de la disposition des Chondriomites dans la première mitose spermatocytaire chez *Blaps*. Nous avons constaté, au contraire, la disparition de la plus grande partie de la substance ergastoplasmique qui remplissait le cytoplasme pendant la phase d'accroissement. Il en persiste cependant un grand nombre de granules issus de la désintégration des boyaux ergastoplasmiques. Ces grains sont repoussés aux deux pôles de la cellule pendant la prophase de la première mitose de maturation. Ils sont rejetés à la périphérie des asters pendant la métacinèse et souvent même se disposent en rangées entre les extrémités des irradiations astériennes (fig. 17). Ils figurent ainsi une couronne irrégulière et granuleuse, concentrique à la sphère attractive, quand on examine une cellule en division par un de ses pôles. Benda attribue la même situation à ses Mitochondries pendant la mitose de la plupart des cellules, surtout chez les Vertébrés. Ces granules se retrouvent dans les spermatocytes de second ordre : ils sont difficiles à mettre en évidence à l'aide de la coloration par la laque ferrique d'hématoxyline et on ne peut les apercevoir qu'à la

condition de pousser peu loin l'action du liquide différenciateur. Pendant la métacinèse des spermatocytes de second ordre, ils occupent la même situation que pendant la première mitose spermatocytaire. Ils conservent cette situation pendant toute la durée de la cytodiérèse (fig. 18) et se retrouvent dans les spermatides, où ils s'accumulent en une même région de l'aire cytoplasmique. Le noyau des spermatides prend une situation excentrique presque aussitôt après sa genèse et les grains occupent le territoire cellulaire opposé à celui qui renferme le noyau (fig. 19). Nous ne pouvons dire d'une manière précise ce que deviennent ces granules pendant la spermiogenèse. Dans certainscas, cependant, nous avons vu un large anneau, coloré en noir intense, entourer l'origine du filament axile (fig. 20). Cet anneau présentait une structure grossièrement microsomateuse et provenait très vraisemblablement des granules cytoplasmiques. Nous n'avons pu suivre l'évolution de la substance constitutive de cet anneau, mais il est très probable qu'elle prend part à la constitution des enveloppes du flagellum caudal. Faisons remarquer l'homologie qui existe entre cette observation et celles de BENDA sur l'origine du manteau spiral aux dépens des Mitochondries et de celles de MEVES sur l'origine des enveloppes du filament axile chez certains Invertébrés.

C. — HISTORIQUE. — Des formations analogues à celles que nous venons de décrire dans les spermatocytes de la Scolopendre ont été signalées depuis longtemps dans un grand nombre de cellules mâles ou femelles. Nous désirons les passer en revue rapidement pour comparer nos observations avec celles des auteurs.

1° *Cellules sexuelles femelles.* — Nous avons signalé l'existence, les caractères morphologiques et l'évolution de filaments particuliers dans la cellule-mère du sac embryonnaire des Liliacées (M. et P. BOUIN, 1898). Ils apparaissent dès le début de la période d'accroissement de la cellule-mère, s'épaississent de plus en plus et se colorent fortement par les matières tinctoriales basiques.

Ils se dispersent ensuite dans le cytoplasme, augmentent de

volume, s'orientent radiairement autour du noyau qu'ils entourent à la façon d'un croissant. Ils émigrent plus tard aux deux pôles du noyau, se gonflent, se fusionnent les uns avec les autres et constituent à ce niveau des corps arrondis paranucléaires. Ceux-ci se fragmentent ensuite en corpuscules plus petits qui se distribuent dans tout le cytoplasma. Nous avons donné à ce cytoplasme différencié en filaments le nom d'*Ergastoplasma*, après l'avoir comparé au point de vue morphologique et fonctionnel avec les filaments basaux décrits par les auteurs, et en particulier par Ch. Garnier (**1897-1899**) dans les cellules glandulaires.

Mottier (**1897**) et Guignard (**1899**) ont observé les mêmes filaments dans le même objet et à la même période du développement de la cellule-mère.

Peu de temps après, nous retrouvions des formations homologues dans l'ovocyte d'*Asterina gibbosa* pendant sa période d'accroissement (**1899**). Au début de cette période, on constate la différenciation de filaments aux dépens du réseau plasmatique, puis leur augmentation de volume, leur réaction de plus en plus nette vis-à-vis des matières tinctoriales basiques, leur groupement en amas plus ou moins nombreux et volumineux, leur fusion en un ou plusieurs corps paranucléaires qui deviennent de moins en moins colorables et discernables au fur et à mesure que l'ovocyte progresse dans son évolution. Cet Ergastoplasme se différencie donc de la même manière et présente la même évolution et les mêmes caractères morphologiques que celui du *Lilium* pendant la phase correspondante de l'activité cellulaire. En comparant la cellule-œuf pendant sa période d'accroissement avec la cellule glandulaire pendant sa période de métabolisme sécrétoire, nous avons constaté que, dans les deux cas, l'Ergastoplame se comportait de manière sensiblement homologue. Aussi avons-nous été conduits à l'interpréter comme une différenciation cytoplasmique jouant un rôle actif, direct ou indirect, dans l'élaboration du produit de sécrétion, grains de sécrétion ou deutoplasma (Ch. Garnier, M. et P. Bouin).

Quelques années plus tard, von Winiwarter (**1900**) découvre des formations homologues dans la zone externe du corps vitellin chez la Femme. Il y décrit des sortes de spicules plus ou moins longs, très colorables par les teintures basiques ; ils ne pénètrent jamais à l'intérieur de la zone interne du corps vitellin autour de laquelle ils sont orientés radiairement ou tangentiellement.

Des filaments basophiles ont également été signalés par d'Hollander (**1902-04**) chez les Oiseaux (Mésange, Poulet, Gobe-Mouches). Ils s'observent dans la couche vitellogène qui entoure le corps de Balbiani. Il les considère comme des Pseudochromosomes, selon l'expression de M. Heidenhain. Chez le Poulet, ces filaments sont d'une finesse extrême, et quelquefois légèrement granuleux, s'enchevêtrent les uns avec les autres et figurent un véritable peloton très serré. Ce peloton se scinde en deux moitiés dont hérite chaque cellule-fille après la mitose des ovogonies. L'auteur ne peut se prononcer en toute certitude sur la destinée de ces Pseudochromosomes dans les ovocytes. Il pense que les blocs chromatiques irréguliers ou les vésicules qu'on observe dans la couche vitellogène de l'ovocyte développé proviennent de leur désintégration.

P. Ancel (**1903**) décrit également des formations ergastoplasmiques dans l'ovocyte d'*Helix pomatia*. Des corps chromatiques, très colorables par la safranine ou l'hématoxyline ferrique, se différencient dans une zone granuleuse et juxtanucléaire. Ils paraissent se constituer aux dépens de microsomes qui se disposent en files. Ces formations perdent bientôt leur structure microsomateuse, deviennent homogènes, se transforment en bâtonnets ou en boyaux incurvés. Leur affinité pour les colorants basiques diminue au fur et à mesure que l'ovocyte progresse dans son accroissement ; puis ils ne se colorent plus que par les teintures acides, se fragmentent en sphérules qui émigrent dans le cytoplasme « sans qu'il soit possible de trouver une formation quelconque à laquelle elles auraient pu donner naissance ».

La même année, Folke Henschen a étudié les Pseudochromosomes

dans les ovocytes jeunes de *Astacus fluviatilis*, *Homarus vulgaris*, et chez les Gastéropodes *Helix pomatia*, *Arion empiricorum*, *Limax agrestis* et *Lymnea stagnalis*. Chez *Astacus fluviatilis*, il a rencontré les Pseudochromosomes seulement dans les jeunes ovocytes : il ne les a pas vus dans les ovocytes ou très jeunes ou très avancés dans leur période d'accroissement. Ce sont des filaments très colorables par l'hématoxyline ferrique après fixation au sublimé ou à l'alcool, chloroforme, acide acétique. Ils figurent un segment de sphère autour du noyau. Les plus gros de ces filaments présentent un double contour. L'auteur ne peut se prononcer sur leur origine et sur leur signification. Il admet seulement qu'ils jouent un rôle dans le métabolisme cellulaire ou dans l'élaboration des matériaux deutoplasmiques de l'œuf. Chez *Helix pomatia*, il constate des formations intracytoplasmiques qui proviendraient de la chromatine du noyau et qui se disposeraient en demi-cercle en un point de la périphérie cellulaire. Les jeunes ovocytes d'*Arion empiricorum* renferment également à leur périphérie des lamelles concentriques qui présentent les mêmes réactions que les Pseudochromosomes. Chez *Lymnea stagnalis*, l'auteur a retrouvé un système lamellaire périphérique et des filaments granuleux qui courent à peu près parallèlement les uns avec les autres tout en convergeant vers un seul point. Les ovocytes plus âgés montrent des Pseudochromosomes indépendants, de forme variable et répandus dans tout le cytoplasma. Il pense que ces formations contribuent à constituer les granules du vitellus.

Nous ferons observer ici la ressemblance évidente, sinon l'identité, qui existe entre les formations décrites par Folke Henschen et les filaments ergastoplasmiques décrits par nous dans la cellule-mère du sac chez les Liliacées et surtout dans l'ovocyte d'*Asterina gibbosa*. A part les dénominations qui se superposent, les faits restent les mêmes.

Tout récemment, van der Stricht (**1904**), a donné une étude détaillée de la genèse, de la disposition morphologique, et de la des-

tinée des Pseudochromosomes dans l'ovocyte de *Vesperugo noctula*. Les ovocytes jeunes présentent autour du corps vitellin un grand nombre de filaments irréguliers, onduleux le plus souvent, très colorables par les teintures nucléaires. Leur ensemble constitue une masse enchevêtrée, située à côté du noyau, et que l'auteur désigne sous le nom de *Pseudonoyau*. Ils présentent parfois une tendance à se ramifier et à s'anastomoser, et engendrent ainsi une sorte de réticulum ou de capsule fenêtrée : d'autres fois, le Pseudonoyau est constitué par un unique filament pelotonné. Ce ou ces filaments peuvent offrir une structure moniliforme. Ils s'épaississent et se raccourcissent à un stade plus avancé de l'évolution de l'ovocyte, puis s'écartent du noyau et du corps vitellin. Ils se répandent peu à peu dans toute l'étendue du cytoplasme, se fragmentent en tronçons multiples, trapus, homogènes ou granuleux, et se colorent difficilement par les matières tinctoriales basiques. Ils s'épaississent encore à une phase plus avancée du développement de l'ovocyte, se décomposent en granules et ces granules envahissent peu à peu les travées du mitome cytoplasmique. Ce processus de désintégration des Pseudochromosomes se réalise dans les ovocytes arrivés presque au terme de leur période d'accroissement. Dans tous les cas, et en s'appuyant sur les données homologues fournies par les recherches de van Bambecke (1898) sur l'ovocyte du *Pholcus phalangioïdes*, van der Stricht pense que ces granulations (Mitochondries) interviennent peut-être dans la formation du vitellus nutritif. Elles interviennent aussi dans l'élaboration du vitellus plastique.

Le même auteur a également observé des Pseudochromosomes dans les ovocytes jeunes de la Femme. Ils sont appliqués sur la couche corticale du corps vitellin. Il en est de même chez l'Araignée domestique où le corps vitellin est entouré de capsules concentriques ; celles-ci naissent aux dépens d'une infinité de petits filaments safraninophiles qui sont de véritables Pseudochromosomes. Ceux-ci se différencient dans la couche vitellogène.

2° *Cellules sexuelles mâles.* — Platner et Hermann paraissent

avoir fait les premières observations de bâtonnets spéciaux dans le cytoplasme des spermatocytes. Chez *Helix*, *Proteus*, *Salamandra*, Platner (**1889**) a décrit à côté du noyau un corps appelé Nebenkern. Il est constitué par un certain nombre de bâtonnets (6 chez *Helix*, 8 chez *Limax*) qui, au moment de la mitose, se dédoublent dans le sens longitudinal, se divisent en deux amas, se dirigent vers les pôles et constituent les « rayons principaux » des irradiations polaires.

Hermann (**1891**) a compté 14 de ces bâtonnets ; il les nomme « *anses archoplasmiques* » parce qu'il les rattache à l'archoplasma de Boveri.

Prenant (**1887-88**) a fait la même observation au sujet de la structure du Nebenkern ; chez *Helix*, l'auteur a vu le réticulum cytoplasmique s'agencer en cordons épaissis, qui se transforment en bâtonnets comparables à des Nebenkern rudimentaires. Ceux-ci se soudent ensuite en un corps unique qui est le Nebenkern parfait.

Chez la Scolopendre, Prenant avait décrit, dès 1887, des formations intracytoplasmiques particulières, et sa description renferme en substance l'histoire des Mitochondria, des Pseudochromosomes et des filaments ergastoplasmiques.

« Le protoplasma présente çà et là des formations remarquables, que Gilson et Carnoy ont passées sous silence et qu'ils n'ont pas représentées, au moins chez les Myriapodes. Il s'agit d'un *agencement du réticulum cytoplasmique en cordons formés de grains soudés bout à bout*[1]. Ces cordons paraissent s'être constitués de la façon suivante. Que dans le réticulum cytoplasmique on renforce toute une série continue de travées, que cet accroissement de puissance et de netteté se fasse suivant une ligne sinueuse, et que, aux deux extrémités de cette ligne, la puissance des travées ainsi modifiées aille en s'atténuant, on aura une idée de la façon dont il semble que ces formations se constituent. Le cordon sinueux ainsi produit se continue par ses deux extrémités avec des travées ordinaires, non modifiées, du cytoplasme. Le cordon a d'ailleurs des formes varia-

[1] Non souligné dans l'original.

bles, en ?, en S, en U... Dans les plus grands métrocytes (= spermatocytes), ces corps manquent ou ne sont qu'ébauchés, alors très nombreux et répandus dans toute l'étendue du protoplasma. Mais le plus souvent, ces formations sont limitées à la portion de cytoplasme qui avoisine le noyau, et alors tantôt elles sont réparties sur toute la périphérie du noyau, tantôt elles constituent seulement sur une de ses faces une sorte de croissant. Dans les métrocytes les plus récemment formées, celles qui appartiennent aux plus jeunes générations, ces formations atteignent leur plus grande limitation et leur plus grande individualité. » L'auteur a vu également ces formations passer à la manière d'un pont fusorial d'une cellule à l'autre. Il admet qu'elles rappellent les « Nebenkern » observés dans un grand nombre de cellules séminales, en particulier chez *Helix*, *Arion*, *Blatta* et *Forficula*; il pense avec LA VALETTE SAINT-GEORGE (**1886**), qu'elles dérivent d'un arrangement particulier de certains cytomicrosomes; mais il ne croit pas qu'elles dérivent directement des extrémités du fuseau, suivant l'opinion de PLATNER d'après ses recherches sur *Helix* et *Arion*.

Si l'on ajoute à ces observations celles du même auteur sur l'origine de l'enveloppe spirale de la queue du zoosperme des Lézards, où elle *s'édifie aux dépens de microsomes cytoplasmiques qui se soudent bout à bout*, nous trouvons dans ces descriptions l'ébauche des données actuelles sur les différenciations intracytoplasmiques des cellules séminales. Des colorations plus spéciales et une étude cytologique plus approfondie ont complété tous ces faits, mais en les confirmant dans leur ensemble. Il ne manquait à cette étude que la réaction spécifique qui met plus nettement en évidence et donne une place à part à un cytoplasme différencié au sein du territoire cellulaire.

BOLLES LEE (**1896**) a décrit dans les spermatocytes d'*Helix* des formations semblables qu'il fait provenir du noyau et qu'il considère comme des rebuts: ce sont les filaments du fuseau en dégénérescence. Dans un mémoire récent (**1902**), il confirme ses premières

données en précisant leur origine aux dépens des extrémités du fuseau.

Meves (**1896**) a également observé des anses archoplasmiques dans les spermatocytes de la Salamandre; il les décrit sous le nom de bâtonnets du Nebenkern. Henneguy (**1896**) a donné de ces formations une description précise dans les spermatocytes de divers animaux (*Helix aspera* et *Helix pomatia*, *Pyrrhocoris apterus*. *Caloptenus italicus*, *Forficula*, *Salamandra*). Il les qualifie de *filaments kinoplasmiques*. Ce sont des corps allongés, fluxueux ou arqués, très colorables, qui occupent tantôt le voisinage du noyau sous la forme d'un amas, tantôt sont répartis dans tout le cytoplasma. D'après lui, ils entrent dans la constitution du fuseau et des asters. Murray (**1899**) a repris également l'étude du Nebenkern chez les Gastéropodes pulmonés. Les bâtonnets du Nebenkern ne constituent pas dans les objets étudiés par lui (*Helix*, *Arion*) des formations indépendantes, mais les coupes optiques des parties épaissies du Nebenkern. Celui-ci serait fortement plissé et lobé et les bords de ces lobes ou de ces plis en constituent les anses; il renferme en son milieu deux granules sombres, les centrosomes; il représente donc la sphère des spermatocytes et les anses ou bâtonnets qu'on y observe ne sont que des segments de la membrane de la sphère. Il se désagrège, pendant la mitose, en fragments qui se distribuent aux deux cellules-filles; ces fragments se condensent pendant la télophase en une masse compacte qui constitue le Nebenkern du spermatocyte de second ordre.

Nous-mêmes (P. et M. Bouin, **1899**) avons fait dans les cellules sexuelles mâles d'un Myriapode diplopode, *Lithobius forficatus*, des constatations analogues à celles que nous avions faites sur les ovocytes. Nous avons étudié les spermatocytes de cet animal qui deviennent énormes à la fin de la période d'accroissement. Ces éléments renferment des filaments ergastoplasmiques très nombreux, colorables par les réactifs nucléaires et qui augmentent de nombre et de volume au fur et à mesure que les spermatocytes progressent

dans leur évolution. Ils se transforment ensuite en corps paranucléaires petits et très abondants, et qui disparaissent presque en totalité au moment de la prophase des spermatocytes de premier ordre.

L'histoire des formations intracytoplasmiques a reçu dans ces dernières années une contribution importante à la suite des mémoires de Benda, Heidenhain, Meves, Ancel et du travail de A. Prenant sur le « *Protoplasme supérieur* ».

Benda (**1896-1897-1898-1899-1902**) a distingué dans les cellules les plus diverses, et au point de vue plus spécial qui nous intéresse, dans les éléments séminaux d'un grand nombre de Vertébrés et d'Invertébrés, des granulations spécifiquement colorables et auxquelles il donne le nom de *Mitochondria*. Il les a retrouvées dans toutes les générations des cellules séminales, spermatogonies, spermatocytes, spermatides. Les Mitochondries sont distribuées dans toute l'étendue du corps cellulaire dans les spermatocytes de l'Homme, du Chien, de la Souris, du Rat, du Kangourou; elles s'amoncellent en plus grande quantité autour de l'archiplasma. Elles constituent souvent des chaînettes par leur juxtaposition (*Chondriomites*). Dans les spermatogonies, elles s'amoncellent en petits amas, quelquefois orientés radiairement autour de l'archiplasma. Leur disposition est tout à fait différente chez les Sauropsidés. Elles figurent dans les spermatocytes et les spermatogonies des amas massifs et presque hémisphériques, appliqués contre le noyau et autour de l'archiplasma. Le reste du corps cellulaire renferme seulement quelques granulations isolées. Chez les Amphibiens, les spermatocytes renferment de nombreuses Mitochondries disposées en une sphère assez dense autour de l'archiplasma; des chaînettes allongées partent de cette sphère et irradient dans toutes les directions. Chez la Salamandre, l'auteur a aussi retrouvé de minces chaînettes disposées autour de l'archiplasma.

Benda s'est également efforcé de rechercher la manière d'être de Mitochondria pendant la mitose. Il a obtenu les résultats suivants

dans les mitoses de maturation chez la Salamandre. Les Mitochondria persistent pendant la mitose ; lors de la formation du fuseau central, elles sont repoussées contre la périphérie de la cellule et du côté opposé au noyau. Au contraire, pendant la métacinèse et les phases ultérieures, la majeure partie des irradiations polaires est constituée par des chaînettes de granulations qui se poursuivent jusqu'à la membrane cellulaire. Benda a obtenu les mêmes résultats au sujet de la situation polaire des filaments granuleux pendant la mitose chez les Oiseaux et chez les Reptiles.

Benda a fait des observations analogues chez les Invertébrés. La masse des Mitochondries y est considérable. Chez *Helix pomatia*, elles sont disposées en bâtonnets courts, légèrement incurvés, mais nettement distincts des formations archiplasmatiques que Platner, Hermann, Bolles Lee, etc., ont décrites dans ces éléments, et qui ne présentent pas les mêmes réactions colorantes que les Mitochondria. Les spermatocytes renferment de petites chaînettes de granulations; elles sont répandues dans tout le corps cellulaire et légèrement amoncelées autour de l'archiplasma. De même, *Astacus fluviatilis* présente dans ses spermatogonies un amas de granulations autour de l'archiplasma. L'auteur trouve une disposition spéciale de ces Mitochondries dans les spermatocytes et les spermatides de la Blatte. Ces éléments renferment un faisceau allongé de fibres parallèles, épaisses, qui entourent le noyau en demi-cercle, et qui sont situées entre le noyau et l'archiplasma. Ces filaments sont presque homogènes, mais on peut toutefois leur reconnaître une structure microsomateuse. Ils représentent évidemment les Mitochondries, car celles-ci ne possèdent aucun représentant dans le corps cellulaire. Ces bâtonnets se comportent d'une façon particulière pendant les divisions de maturation ; ils entourent la figure de division lors de la métacinèse et paraissent être divisés en deux parties par l'invagination de la membrane d'enveloppe. Enfin, l'auteur attribue à ces Mitochondries un rôle important dans les fonctions motrices de la cellule. Au cours de la spermiogenèse, elles se disposent autour de la

pièce intermédiaire et constituent par leur juxtaposition l'enveloppe spirale de la queue du zoosperme. A. PRENANT avait interprété de la même façon, dès 1888, le développement de l'enveloppe spirale à la suite de ses études sur les éléments séminaux des Reptiles. BENDA admet enfin que les Mitochondries pénètrent dans l'œuf avec le spermatozoïde.

Les observations et les dessins de MEVES (**1900-1902**) chez *Paludina vivipara* et *Pygaera bucephala* se rapprochent le plus de la description de BENDA. Chez *Paludina,* il a observé dans les spermatogonies des grains colorables en noir par l'hématoxyline ferrique : ils entourent l'idiozome qui renferme lui-même deux corpuscules centraux. Ces grains augmentent de volume pendant la prophase de la mitose des spermatocytes appartenant à la lignée des spermies filiformes ; ils se disposent ensuite en longues files (*Chondriomites* de BENDA). Celles-ci constituent bientôt des anneaux qui entourent l'idiozome ; ils augmentent de taille peu à peu, s'allongent et donnent l'impression de doubles filaments. Pendant la métaphase, ils se disposent autour de la figure cinétique ; pendant l'anaphase, ils se distribuent autour du résidu fusorial et s'orientent parallèlement à sa direction. Lors de l'étranglement cellulaire, les Chondriomites sont resserrés en cordons minces qui sont réunis à ceux des cellules voisines par le corpuscule intermédiaire. Pendant la 2e mitose de maturation, les Chondriomites ne perdent rien de leurs parties constituantes. Ils s'amoncellent tout d'abord contre le noyau puis se partagent entre les deux cellules-filles.

D'autre part, dans les spermatocytes appartenant à la lignée des spermies vermifores, les Mitochondria entourent l'Idiozome sans prendre un arrangement particulier.

Les deux lignées doivent être distinguées l'une de l'autre au point de vue de la manière d'être des Mitochondries pendant la spermiogenèse. Les spermatides de la lignée des spermies filiformes renferment huit doubles filaments amassés en un point situé à côté du noyau. Ils donnent naissance à huit vésicules qui entourent les cor-

puscules centraux, s'allongent avec le corpuscule central antérieur et forment un cylindre creux de plus en plus mince, dont l'axe est parcouru par le filament axile. Les spermatides de la lignée des spermies vermiformes renferment des Mitochondries qui se sont amoncelées autour des corpuscules centraux allongés en bâtonnets. Les Mitochondries forment autour de ces derniers des barres transversales dont le nombre est de plus en plus grand. L'auteur ne sait si cette disposition transversale précède la formation d'une spirale.

Chez *Pygaera bucephala*, Meves a obtenu des résultats analogues. Dans les spermatocytes de la lignée des grosses cellules sexuelles, les Mitochondria remplissent à peu près toute la cellule. Ce sont des sortes de petites vésicules qui paraissent constituées par une enveloppe colorée en noir et une substance centrale moins colorée. On obtient ces réactions après l'emploi de l'hématoxyline ferrique. Au début de la mitose, les Mitochondria se rassemblent dans la partie de la cellule tournée vers la périphérie du cyste. Ils diminuent bientôt de nombre, mais deviennent plus volumineux, et entourent le fuseau pendant la métaphase. Pendant la métacinèse et l'anaphase, ces Mitochondries se disposent en rangées, s'unissent les unes avec les autres et constituent des filaments qui dessinent un tonneau ventru. Ces filaments se juxtaposent pendant la télophase et figurent un manteau irrégulier autour du résidu fusorial. Ce manteau s'étrangle ensuite au milieu de sa région équatoriale puis se sépare en deux parties. Après la séparation des deux cellules-filles, chaque moitié de la substance des Mitochondries s'arrondit et vient se placer entre le noyau et la paroi du cyste. Il se différenciera de nouveau des Mitochondries vésiculeuses aux dépens de ce corps arrondi ; elles se comporteront pendant la deuxième mitose de maturation comme pendant la première.

Lors de l'histogenèse des spermies chez *Pygaera*, les Mitochondries amoncelées dans la spermatide en un corps mitochondrial se transforment en une sphère creusée de vacuoles. Celles-ci se rassem-

blent à la périphérie de cette sphère ; le corps mitochondrial est alors constitué par une sphère centrale et une zone claire extérieure. Il s'allonge ensuite en une figure en forme de fuseau dans la direction du filament axile, puis se transforme en un certain nombre de filaments qui entourent le filament axile et qui courent parallèlement à sa direction.

Les observations de M. Heidenhain (1899) sur les cellules séminales de *Proteus* nous avaient fait connaître des faits analogues. Dans les spermatocytes du Protée, l'hématoxyline ferrique colore deux sortes de formations : des corps allongés, situés en dehors du territoire de la sphère, rectilignes ou incurvés, et disposés sous la forme d'anses chromatiques ou de chromosomes. Ils équivalent aux Chondriomites de Benda ; ils sont si semblables aux chromosomes que l'auteur propose de leur donner provisoirement le nom de *Pseudochromosomes*. Il distingue ensuite des corps en forme de noyau ou de peloton situés au niveau de la sphère ou autour d'elle.

Comme les premières formations, ces corps proviennent, semble-t-il, de Mitochondries disposées en séries. Ils forment des *Capsules perforées* qui renferment la sphère ou Idiozome dans l'état le plus simple.

Ces capsules offrent de grandes variations morphologiques. Dans certains cas, elle paraît grillagée ou constituée par des filaments ondulés qui s'enroulent autour d'un corps central qui est l'Idiozome. La sphère et la capsule qui l'entoure ne sont pas deux parties d'un même corps ; mais la seconde paraît être plutôt une différenciation du cytoplasme qui entoure la sphère, différenciation due à l'agencement concentrique des Pseudochromosomes. Il peut arriver que la sphère disparaisse et qu'à sa place on trouve seulement un corps pelotonné formé de Pseudochromosomes qui ont pénétré sa masse de dehors en dedans. La zone occupée par la sphère peut être remplie de granulations qui doivent être constituées par la désintégration granuleuse des Pseudochromosomes, qui se résolvent ainsi en leurs particules élémentaires ou Mitochondries. On trouve donc, dans le

cytoplasme des spermatocytes du Protée, tous les intermédiaires entre les Mitochondries et les Pseudochromosomes, et entre les Pseudochromosomes et les capsules centrales.

Comparant ses observations avec celles de Platner et Hermann sur le Nebenkern des spermatocytes, Heidenhain tend à homologuer les Pseudochromosomes avec les bâtonnets du Nebenkern et les anses archiplasmiques, et les capsules centrales avec les Centrophormies de Ballowitz. Toutes ces différenciations spécifiques dérivent d'un substratum organique déjà différencié et qui n'est autre que le système radio-concentrique du cytomitome. Les cytomicrosomes de la cellule au repos dérivent des rayons de ce système ; les Chondriomites, les Pseudochromosomes, les capsules centrales, les formations membraneuses limitantes de la cellule, etc... dérivent des parties concentriques du système radio-concentrique primitif.

P. Ancel (**1902**) a trouvé dans les éléments de la lignée spermatogénétique, chez *Helix pomatia*, des formations particulières que l'auteur compare aux filaments ergastoplasmiques. Dans les spermatocytes, ce sont de minces bâtonnets colorés en noir par l'hématoxyline ferrique et disposés autour du noyau. Ils augmentent tout d'abord de nombre et de volume et se disposent en un croissant dont l'ouverture embrasse le noyau : des bâtonnets achromatiques courts et incurvés se différencient alors dans la concavité de ce croissant : ce sont les bâtonnets du Nebenkern. Ceux-ci augmentent de volume, tandis que les filaments cytochromatiques commencent à disparaître et le Nebenkern présente son développement maximum quand ces filaments se sont à peu près totalement effacés dans le cytoplasma.

Enfin le Nebenkern lui-même s'efface lors de la prophase spermatocytaire, sans prendre part à l'édification de la figure cytodiérétique. Ancel admet que toutes ces formations se relient les unes aux autres et qu'elles ne représentent sans doute que des états différents d'une même substance en voie d'évolution. Les filaments colorables par l'hématoxyline ferrique donneraient naissance à des bâtonnets achromatiques de plus en plus nombreux et volumineux dont l'ensemble

constitue le Nebenkern. Ces bâtonnets disparaissent ensuite dans le cytoplasme ; les colorations vitales obtenues par l'auteur au moyen du bleu de méthylène, lui ont permis de suivre leur désintégration granuleuse. — Remarquons le parallélisme étroit qui existe entre les observations d'Ancel et celles de van der Stricht. Ces auteurs ont observé dans leurs objets respectifs, tout d'abord des filaments cytochromatiques (Pseudochromosomes), à réaction basophile ; puis des formations plus volumineuses à réaction acidophile ; ce sont les boyaux vitellogènes de van der Stricht qui proviennent de la transformation directe des premiers et qui prendront part à la constitution des matériaux vitellins ovocytaires. Il est très vraisemblable que telle est également la signification des bâtonnets du Nebenkern chez *Helix*. Ils représentent une des étapes parcourues par les formations ergastoplasmiques avant leur désintégration en granules cytoplasmiques et leur transformation, tout au moins partielle, en matériaux de réserve. Cette observation importante d'Ancel permet de déposséder le Nebenkern d'*Helix* et sans doute aussi toutes les formations homologues, des caractères particuliers qui leur avait fait attribuer une place à part et de les considérer comme une forme d'évolution du « Protoplasma supérieur. »

D. — Considérations générales. — Il se différencie donc, dans les cellules sexuelles mâles et femelles, des formations particulières qui ont reçu de la part des chercheurs des appellations différentes. Mais nous pensons qu'il s'agit presque toujours de formations homologues et qui possèdent une signification identique. Une étude comparative de ces formations, tout d'abord dans les cellules sexuelles femelles, puis dans les cellules sexuelles mâles, permet d'établir cette homologation.

1° Dans les ovocytes, ces formations présentent de grandes analogies dans leur origine, leurs réactions colorantes, leur évolution et leur destinée. Elles se différencient le plus souvent à la même période de développement de l'ovocyte, c'est-à-dire au début de la période d'accroissement. Ce sont alors de très minces filaments onduleux, à

structure microsomateuse, disposés soit autour du noyau (cellule-mère du sac chez les Liliacées, jeunes ovocytes d'*Asterina gibbosa* (M. et P. Bouin), d'*Astacus fluviatilis* (Folke Henschen); soit dans son voisinage (jeunes ovocytes d'*Helix pomatia*, de *Lymnea stagnalis*, d'*Arion empiricorum* (P. Ancel, Folke Henschen); soit dans la couche vitellogène du corps vitellin (Oiseaux, d'Hollander, jeunes ovocytes de la Femme, von Winiwarter, van der Stricht, d'Araignée domestique et de *Vesperugo noctula*, van der Stricht). De plus, toutes ces formations possèdent les mêmes réactions colorantes. Elles présentent une grande affinité pour les matières tinctoriales basiques, après certaines fixations qui peuvent être variables suivant les objets, et surtout pendant la première partie de la phase d'accroissement, On les met nettement en évidence après fixations au sublimé et coloration par l'hématoxyline ordinaire chez *Asterina gibbosa*, *Helix*, *Lymnea*, *Arion*, *Astacus;* après fixation au liquide de de Flemming et de Hermann et coloration par la safranine ou l'hématoxyline ferrique chez *Vesperugo noctula*. Elles se colorent souvent, dans ces conditions, d'une manière plus intense que la chromatine du noyau. A la fin de la période d'accroissement au contraire, elles perdent beaucoup de leur affinité pour les teintures nucléaires et très souvent retiennent avec énergie, avant de disparaître, les colorants cytoplasmiques [cellule-mère chez *Lilium*, ovocyte d'*Asterina gibbosa* (M. et P. Bouin), ovocyte d'*Helix pomatia* (P. Ancel).]

Ces formations présentent enfin une évolution analogue dans les différents objets où ils ont été étudiés. Ce sont tout d'abord de minces filaments basophiles à structure granuleuse, disposés à la périphérie soit du noyau, soit du corps vitellin. Puis, à une période plus avancée du développement de l'ovocyte, ils s'épaississent, s'allongent, augmentent de volume, deviennent homogènes, s'écartent les uns des autres, et s'enfoncent plus profondément dans la masse vitelline. Ces filaments se fragmentent vers la fin de la période d'accroissement en un nombre plus ou moins grand de tronçons qui s'effacent peu à peu dans le cytoplasme et disparaissent totalement (*Lilium*, *Asterina*

gibbosa, *Helix pomatia*, *Astacus fluviatilis*, etc...). Dans certains cas, on a pu suivre leur désintégration en fins granules (*Vesperugo noctula*, VAN DER STRICHT). Cet auteur a observé la transformation de ces granules en particules élémentaires du vitellus plastique et du vitellus nutritif. Aussi a-t-il donné aux volumineux tronçons qui subissent les processus sus-indiqués le nom de *boyaux vitellogènes*. Sans avoir pu suivre, sur nos objets, les transformations subies par les formations ergastoplasmiques immédiatement avant leur disparition, nous admettions qu'elles jouent un rôle semblable. En comparant nos observations avec celles de Ch. GARNIER sur les cellules glandulaires, nous avions été amené à assimiler l'ovocyte pendant sa phase d'accroissement à une cellule glandulaire; nous avions constaté, dans ces deux sortes d'objets, la présence de formations homologues pendant la phase d'activité sécrétoire, leur disparition quand cette phase peut être considérée comme terminée, et nous avions également formulé cette conclusion que ces formations *jouent un rôle direct ou indirect dans l'élaboration des matériaux deutoplasmiques*. GARNIER était arrivé à la même conclusion pour ce qui concerne la genèse des granules dans les cellules glandulaires.

Quoi qu'il en soit, les faits précédents nous permettent, semble-il, d'homologuer les Pseudochromosomes de HEIDENHAIN, de VAN DER STRICHT, d'HOLLANDER et les spicules de VON WINIWARTER, avec les formations ergastoplasmiques que nous avons précédemment décrites chez les Liliacées et l'*Asterina gibbosa*. Nous pensons que ces différenciations ont, dans tous ces éléments, la même signification morphologique et fonctionnelle. Nous ne croyons pas que la distinction purement morphologique, établie par VAN DER STRICHT entre les Pseudochromosomes et les formations ergastoplasmiques soit une distinction fondamentale. Cet auteur caractérise en effet les Pseudochromosomes par ce fait qu'ils présentent des rapports intimes avec le corps vitellin. Mais à part ce groupement spécial des Pseudochromosomes au moment de leur apparition, Ergastoplasme et Pseudochromosomes ne présentent que des analogies dans leur genèse, leurs réactions colorantes,

leur aspect morphologique, leur évolution, leur destinée. van der Stricht lui-même penche vers le même avis dans son dernier travail : « Il est possible, probable même, que d'autres différenciations analogues peuvent naître à toutes les profondeurs du cytoplasme. M. Heidenhain en signale. En nous basant sur ce fait, on peut homologuer les formations ergastoplasmiques aux Pseudochromosomes. »

2º Pour ce qui concerne les cellules sexuelles mâles, il est nécessaire de comparer avec celles des auteurs les observations que nous avons faites avec les méthodes techniques ordinaires et avec des méthodes plus spéciales.

Les premières, qui ne colorent pas d'une manière spécifique les formations intracytoplasmiques, nous permettent de constater, chez *Scolopendra*, des images rappelant celles qui ont été obtenues par la plupart des spermatologistes. Elles mettent à même de distinguer dans les spermatocytes, comme nous l'avons vu plus haut : d'une part, une masse juxtanucléaire, granuleuse ou presque homogène qui renferme deux centrioles ; d'autre part, des filaments en bâtonnets, qui parcourent cette masse en tous sens, surtout à la périphérie, et qui finissent par la dépasser pour se continuer autour du résidu fusorial ou dans le cytoplasme autour du noyau. La masse granuleuse juxtanucléaire répond sans doute à la sphère, archoplasme, idiozome de certains auteurs (La Valette-Saint-George, Flemming, Heidenhain, Benda, Meves,, etc...). Les filaments cytoplasmiques correspondent sans doute aux bâtonnets du Nebenkern (Platner, Prenant, Murray, Ancel), aux anses archoplasmiques de Hermann et Metzner, aux filaments kinoplasmiques de Henneguy, aux bâtonnets archiplasmiques de Benda, aux rayons du résidu fusorial de Bolles Lee. Le nom assez vague de Nebenkern a été donné le plus souvent au complexus cellulaire qui renferme l'amas granuleux et les différenciations filamenteuses, l'attention des auteurs ayant été plus spécialement portée sur l'une ou l'autre de ces formations suivant les objets qu'ils ont étudiés. Quoi qu'il en soit, les spermatocytes de Scolopendre se comportent,

vis-à-vis des méthodes de coloration non spécifiques, comme la plupart des cellules homologues, avec cette caractéristique que les différenciations filamenteuses y sont tout particulièrement importantes, et se développent autour du noyau et du résidu fusorial au lieu de rester cantonnés dans le voisinage de la sphère.

En utilisant des fixations et colorations spéciales on met en évidence les différenciations filamenteuses et on peut étudier avec netteté leurs caractères morphologiques et leur évolution. La comparaison des résultats fournis par cet examen avec les résultats obtenus par les auteurs nous conduit aux homologations suivantes. Notre Ergastoplasme est homologue aux Pseudochromosomes d'Heidenhain : mêmes réactions, mêmes caractères morphologiques, mêmes rapports avec l'idiozome et le cytoplasme. Il est comparable également avec les Pseudochromosomes des ovocytes, en particulier avec les Pseudochromosomes étudiés par van der Stricht chez *Vesperugo noctula* : mêmes réactions colorantes, disposition analogue vis-à-vis de l'Idiozome chez les cytes jeunes, même évolution ultérieure, même fragmentation vers la fin de la période d'accroissement, même transformation, en partie tout au moins pour ce qui concerne les spermatocytes, en matériaux cellulaires plastiques ou nutritifs. Il présente enfin beaucoup de points d'homologie avec les Chondriomites et les Mitochondries. L'assimilation morphologique entre nos formations et les formations mitochondriales figurées par Meves chez *Paludina* et surtout chez *Pygaera bucephala* s'impose presque au premier coup d'œil. La comparaison entre les figures publiées par cet auteur et les nôtres permet cette démonstration. Il n'en est pas de même, à vrai dire, au sujet des Mitochondries décrites et dessinées par Benda. Nous n'avons jamais obtenu, dans les spermatocytestout au moins, des granulations isolées et disséminées dans tout le cytoplasme et semblables, par exemple, à celles que cet auteur a reproduites dans les éléments séminaux du *Mus musculus*. Mais nos figures se rapprochent beaucoup des Chondriomites réprésentés par Benda dans un spermatocyte de premier ordre de *Bombinator*

igneus; les Mitochondria y sont disposées en chaînettes et constituent des formations tout à fait comparables à nos filaments ergastoplasmiques (voyez BENDA, **1902**), fig. 3 e). De plus cet auteur décrit dans les spermatocytes et les spermatides de la Blatte un faisceau dense de fibres assez épaisses qui entoure une partie de la circonférence du noyau. Ces fibres sont presque homogènes. Comme le cytoplasme ne renferme pas de granulations, et comme ces fibres se colorent par la réaction spécifique des Mitochondria, l'auteur les considère comme les représentants des Mitochondria qui se seraient agencées en bâtonnets denses et homogènes. Ces formations sont très semblables, d'après cette description, aux Pseudochromosomes de HEIDENHAIN et aux formations ergastoplasmiques que nous venons de décrire chez la Scolopendre. Mais d'autres caractères rapprochent également les Mitochondries et l'Ergastoplasme des cellules sexuelles mâles de Scolopendre. Nous avons vu en effet que les formations ergastoplasmiques, à la fin de la période d'accroissement, se résolvent en granulations dont un certain nombre persistent pendant la mitose, se disséminent parmi les irradiations astériennes et se retrouvent dans les spermatides où elles constituent une formation annulaire qui entoure l'origine du filament axile. Ce sont là les caractères essentiels que BENDA a reconnus aux Mitochondria. Nous croyons, de plus, qu'un certain nombre parmi les produits de la désintégration de l'Ergastoplasme deviennent parties constitutives du cytoplasme et jouent un rôle dans le métabolisme cellulaire des spermatocytes pendant la phase d'accroissement. La destinée de cette partie de l'Ergastoplasme des spermatocytes devient ainsi comparable à celle de l'Ergastoplasme des ovocytes à la même période de leur évolution. Mais nous sommes disposés à admettre que ce processus de désintégration, que ce processus « vitellogène » pour employer l'expression de VAN DER STRICHT, peut s'observer surtout dans les spermatocytes où la phase d'accroissement est particulièrement caractérisée. C'est le cas chez certains Myriapodes, en particulier chez *Lithobius* et *Scolopendra*, où les spermatocytes de premier ordre atteignent un

volume comparable à celui de beaucoup d'ovocytes alécithes. Nous ajouterons enfin que nous n'avons pu utiliser rigoureusement la méthode indiquée par Benda comme spécifique pour la coloration des Mitochondries. Nous ne possédions, au moment où nous avons rédigé ce travail, que d'anciens matériaux dont une certaine quantité avait été fixée au liquide de Flemming. En traitant les coupes par la méthode de Benda, nous avons réussi à colorer en bleu violacé les filaments ergastoplasmiques des spermatocytes jeunes, mais cette réaction est moins nette chez les spermatocytes parvenus à la fin de leur période d'accroissement. Mais nous ne considérons pas ce résultat comme suffisant pour renforcer l'homologie que nous croyons exister entre la substance des Mitochondries et celle de l'Ergastoplasme.

En résumé, nous pensons que les différenciations cytoplasmiques décrites dans les cellules sexuelles femelles et mâles sous les noms de Pseudochromosomes, Capsules centrales, Spicules, Chondriomites, Mitochondries, filaments ergastoplasmiques sont des formations homologues. Nous croyons également que les bâtonnets du Nebenkern, les anses archo et archiplasmiques, les filaments kinoplasmiques se rattachent aux précédentes et représentent une de leurs formes évolutives.

AUTEURS CITÉS

1903. Ancel (P.). Histogenèse et structure de la glande hermaphrodite d'Helix pomatia (*Arch. de Biol.*, T XIX).

1900. Ballowitz (E.). Ueber d. Epithel der Membrana elastica posterior des Auges, seine Kerne und eine merkwürdige Structur seiner grossen Zellsphären (*Arch. f. mikr. Anat.* Bd. 56).

1898. Bambecke (Ch Van). Contribution à l'histoire de la constitution de l'œuf (*Arch. de Biol.*, T. XV).

1896-97. Benda (C.). Neuere Mitteilungen über die Histogenese der Säugetierspermatozoen (*Verh. d. Physiol. Ges. z. Berlin*) 9 Juni 1896).

1898. Benda. Entstehung der Spiralfaser des Verbindungsstückes der Säugetierspermien (*Verh. d. anat. Ges.* XII. *Tag. Kiel*).

1897-98. Benda. Uber die Spermatogenese der Vertebraten und höheren Evertebraten (*Verh. d. physiol. Gesellsch. z. Berlin.* 11 Aug. 1898).

1898-99. Benda. Weitere Mitteilungen über die Mitochondria (*Verh. d. physiol. Gesellsch. zu Berlin.* 1 Febr. 1899).

1901. Benda. Die Mitochondriafärbung und andere Methoden zur Untersuchung der Zellsubstanzen (*Verh. d. anat. Gesellsch. XV. Tag. Bonn*).

1902. Benda. Die Mitochondria. (*Ergebnisse d. Anat. u. Entwickelungsgesch. herausgegeb. v. Merkel u. Bonnet.* Bd. XII).

1896. Bolles Lee (A.). Sur le Nebenkern et sur la formation du fuseau dans les spermatocytes des Helix (*La Cellule.* T. XI. fasc. II).

1897. Bolles Lee. Les cinèses spermatogénétiques chez l'*Helix pomatia* (*La Cellule.* T. XIII, 1er fasc.).

1902. Bolles Lee. Nouvelles recherches sur le Nebenkern et la régression du fuseau caryocinétique (*La Cellule*, T. XX. fasc. I).

1898. Bouin (M. et P.). Sur la présence de filaments particuliers dans le protoplasme de la cellule-mère du sac embryonnaire des Liliacées (*Bibl. anat.* T. VI).

1899. Bouin (M. et P.). Sur le développement de la cellule-mère du sac embryonnaire des Liliacées et en particulier sur l'évolution des formations ergastoplasmiques (*Arch. d'anat. microsc.* T. II, fasc. IV)

1898. Bouin (M. et P.). Sur la présence de formations ergastoplasmiques dans l'ovocyte d'*Asterina gibbosa* (Forb.) *Bibl. anat.* T. VI).

1899. Bouin (M. et P.). Sur la présence et l'évolution de formations ergastoplasmiques dans les cellules séminales de *Lithobius forficatus* (Lin.) *Bibl. anat.* T. VII).

1897. Garnier. (Ch.). Les filaments basaux dans les cellules glandulaires (*Bibl. anat.* T. V).

1899. Garnier. Contribution à l'étude de la structure et du fonctionnement des cellules glandulaires séreuses. Du rôle de l'ergastoplasme dans la sécrétion (*Thèse Nancy*, 1899, et *Journal de l'Anat. et de la Physiol.* T. XXXVI, 1900).

1899. Guignard (L.). Le développement du pollen et la réduction chromatique dans le Naias major (*Arch. d'anat. microsc.* T. II, fasc. IV).

1899. Heidenhain (M.). Ueber die Centralkapseln und Pseudochromosen in den Samenzellen von *Proteus*, sowie über Verhätniss zu den Idiozomen, Chondromiten, und Archoplasmaschleifen (*Anat. Anzeig.* Bd XVIII).

1896. Henneguy (F.). Leçons sur la cellule. Morphologie et Reproduction (*Carré et Naud*).

1903. Henschen (Folke). Zur Struktur der Eizelle gewisser Crustaceen und Gastropoden (*Anat. Anz.* Bd. XXIV, No 1).

1891. Hermann (F.). Beitrag zur Lehre von der Entstehung des karyokinetischen Spindel (*Arch. f. Mikr. Anat.* Bd XXXVII).

1902. Hollander (F. d'). Le noyau vitellin de Balbiani et les pseudochromosomes chez les Oiseaux (*Verh. d. anat. Ges. a. d.* 16e *Vers. in Halle. April*).

1903. Hollander. Recherches sur l'oogénèse, sur la structure et la signification du noyau vitellin de Balbiani chez les Oiseaux. Comm. prélim (*Ann. de la Soc. de Méd. de Gand.* Fasc. III).

1904. Hollander. Les « Pseudochromosomes » dans les oogonies et les oocytes des Oiseaux (*Bibl. anat.* Fasc. I. T. XIII).

1886. La Valette Saint-George (V.). Spermatologische Beiträge. Zweite Mittheilung (*Arch. f. mikr. Anat.* Bd. XXVII). Vierte Mittheilung) Bd. XXVIII).

1896. Meves (Fr.). Ueber die Entwicklung der männlichen Geschlechtszellen von *Salamandra maculosa* (*Arch. f. mikr Anat.* Bd. XLVIII.

1900. Meves. Ueber den von V. La Valette Saint-George entdeckten Nebenkern (Mitochondrienkörper) der Samenzellen (*Arch. f. mikr. Anat.* Bd. LVI).

1902. Meves. Ueber oligopyrene und apyrene Spermien und über ihre Entstehung nach Beobachtungen an *Paludina und Pygaera* (*Arch. f. mikr. Anat.* Bd. LXI).

1897. Mottier. Beiträge zur Kenntniss der Kerntheilung in dem Pollenmutterzellen einiger Dikotylen und Monokotylen (*Jahrb. f. wissen. Botan.* Bd. XXX).

1899. Murray (J.-A.). Contributions to a knowledge of the Nebenkern in the Spermatogenesis of Pulmonata *Helix* and *Arion* (*Zool. Jahrb. Abt. f. Anat. u. Ontog.* Bd. IV).

1889. Platner (G.). Beiträge zur Kenntniss der Zelle und ihrer Theilungserscheinungen (*Arch. f. mikr. Anat.* Bd XXXIII).

1887. Prenant (A.). Observations cytologiques sur les éléments séminaux de la Scolopendre et de la Lithobie (*La Cellule.* T. III).

1888. Prenant. Observations cytologiques sur les éléments séminaux des Gastéropodes pulmonés (*La Cellule.* T. IV)

1888. Prenant. Observations cytologiques sur les éléments séminaux des Reptiles (*La Cellule.* T. IV).

1899. Prenant. Sur le protoplasme supérieur (archoplasme, kinoplasme, ergastoplasme) Etude critique (*Journ. de l'Anat. et de la Physol.* T. XXXV).

1892. Prenant. Contribution à l'étude de la division cellulaire. Le corps intermédiaire de Flemming dans les cellules séminales de la Scolopendre et de la Lithobie (*Arch. de Physiol.*).

1902. Van der Stricht (O.). Les « Pseudochromosomes » dans l'oocyte de Chauve-Souris (*Comptes rendus de l'Assoc. d'Anat.* VIe *session. Montpellier*).

1904. Van der Stricht. La structure de l'œuf des Mammifères (*Arch. de Biol.* T. XXI).

1900. WINIWARTER (H.-V.). Recherches sur l'ovogenèse et l'organogenèse de l'ovaire des Mammifères (Lapin et Homme) (*Arch. de Biol.* T. XVII).

1891. ZIMMERMANN (K. W.). Ueber den Kerntheilungsmodus bei der Spermatogenese von *Helix pomatia* (*Verh. d. Anat. Gesellsch.*).

EXPLICATION DES FIGURES

Toutes les figures ont été dessinées avec l'objectif à immersion homogène 1/12e de Reichert et l'oculaire compensateur 6, et projetées sur la table de travail à l'aide de la chambre claire de Abbe. Gr. = 1.000 diamètres environ.

PLANCHE IV.

FIG. 1. Spermatocytes de *Scolopendra cingulata* immédiatement après leur naissance aux dépens des dernières mitoses des spermatogonies. Ces éléments sont disposés en file et sont reliés par les résidus fusoriaux dont les extrémités se sont soudées les unes avec les autres. Ces résidus fusoriaux constituent ainsi un long cordon festonné, qui peut solidariser ensemble un assez grand nombre de cellules, et qui s'étrangle au niveau des membranes intercellulaires où se trouvent les corpuscules intermédiaires. Fixation par le formol picro-acétique. Coloration par l'hématoxyline ferrique.

FIG. 2. Mêmes éléments un peu plus avancés dans la période d'accroissement. Les résidus fusoriaux sont situés sur l'axe longitudinal des cellules. Même fixation et même coloration.

FIG. 3. Deux spermatocytes de premier ordre à une phase avancée de la période d'accroissement. Le résidu fusorial relie deux masses cytoplasmiques parcourues par des filaments plus colorés. On observe un microcentre au sein de chacune de ces deux masses cytoplasmiques. Même fixation et même coloration.

FIG. 4-5-6. Trois spermatogonies de *Scolopendra cingulata*. On observe dans leur cytoplasme des grains isolés ou disposés en chaînettes ou encore des filaments intensément colorés en noir. Fixation par le sublimé. Coloration par l'hématoxyline ferrique.

FIG. 7-8. Deux jeunes spermatocytes qui paraissent être reliés l'un à l'autre par des filaments ergastoplasmiques; ceux-ci entourent le résidu fusorial et s'épanouissent dans le voisinage du noyau où ils forment un amas volumineux et irrégulier. Même fixation et même coloration.

FIG. 9-10. Même objet. L'amas ergastoplasmique juxtanucléaire s'est accru et dessine une coiffe qui enveloppe, dans chaque cellule, la partie du noyau orientée vers le corpuscule intermédiaire. Même fixation et même coloration.

FIG. 11-12. Même objet. Augmentation de volume de la coiffe ergastoplasmique qui enveloppe une étendue beaucoup plus grande de la périphérie nucléaire.

Cet accroissement progresse, dans chaque cellule, sur les faces opposées du noyau (fig. 11). Même fixation et même coloration.

Fig. 13. La formation ergastoplasmique s'étale sur toute la périphérie du noyau Même fixation et même coloration.

Fig. 14-15. La substance ergastoplasmique continue de s'accroître et se prolonge à l'intérieur du cytoplasma (fig. 14). Elle se répand ensuite de plus en plus dans toute l'étendue du cytoplasme et se fragmente en amas irréguliers isolés les uns des autres (fig. 14 et 15). Même fixation et même coloration.

PLANCHE V.

Fig. 16. Spermatocyte de premier ordre presque parvenu au terme de sa phase d'accroissement. La substance ergastoplasmique se résout en granules (Mitochondria) qui se répandent dans tout le territoire cellulaire. Même fixation et même coloration.

Fig. 17. Spermatocyte de premier ordre; métaphase. Un certain nombre de granules issus de la désintégration de la substance ergastoplasmique persistent pendant la mitose et se disséminent parmi les irradiations astériennes. Même fixation et même coloration.

Fig. 18. Spermatocyte de deuxième ordre. Anaphase. Reconstitution des noyaux-filles et début de l'étranglement équatorial. Persistance de granules parmi les irradiations astériennes. Même fixation et même coloration.

Fig. 19. Spermatide. Amas de granules (Mitochondria) dans la région du corps cellulaire opposée au noyau.

Fig. 20. Même objet. Début de la formation du filament axile. Les granules se sont rassemblés en un anneau qui entoure l'origine du filament axile.

OBSERVATIONS
SUR LE PARASITISME DES LARVES
DE PHOXICHILIDIUM
CHEZ BOUGAINVILLIA

PAR

PAUL HALLEZ
Professeur à l'Université de Lille

ÉTAT DE LA QUESTION. — On ne connaît que deux observations sur des *Bougainvillia* parasités.

La première est due à P. J. VAN BENEDEN (**1844**) qui a signalé chez *B. ramosa* « des tubes renflés au milieu, sous forme de fuseau. » Il dit qu'il n'en connaît pas la signification, puis il ajoute : « Dans quelques-uns nous avons observé un corps de forme ovale, remplissant le quart de la cavité et qui avait bien l'air d'un parasite. Dans un autre tube, nous avons vu la substance commune se continuer au milieu, en offrant à la surface externe quelques prolongements pour l'union aux parois du polypier comme dans les loges ovariennes des Campanulaires. »

La seconde observation est due à HINCKS (**1868**). Dans une forme qu'il considère comme intermédiaire entre *B. muscus* et *B. ramosa* tout en admettant la possibilité d'une identité de sa variété avec l'espèce de VAN BENEDEN, HINCKS dit qu'on rencontre communément des corps longs, piriformes, portés sur des ramilles séparées. Il ajoute

qu'il n'a pas pu déterminer leur signification avec certitude, mais qu'ils sont probablement les nids de quelques larves parasites, semblables à ceux qui ont été observés chez *Hydractinia* et *Syncoryne*.

C'est là toute la bibliographie de la question. On voit qu'elle est aussi sommaire que possible et que, sans les données que nous avons heureusement sur d'autres Hydroïdes, la signification des « tubes renflés en forme de fuseau » des *Bougainvillia* serait encore très énigmatique.

Avant de consigner mes observations personnelles, il me paraît utile de résumer l'état de la question relative au parasitisme des larves de *Phoxichilidium* et à l'influence que ces larves exercent sur leur hôte.

La phase parasitaire des larves de *Phoxichilidium* est bien établie. On sait par les travaux de Hodge (**1862**) et d'Allman (**1859** et **1872**) que *Ph. coccineum* passe cette phase dans *Coryne pusilla* et *Syncoryne eximia*; Semper (**1874**) a trouvé *Ph. mutilatum* dans *Hydractinia echinata*; Dohrn (**1881**) a étudié les larves de *Ph. exiguum* dans *Podocoryne carnea*. D'autres larves de *Phoxichilidium* ont été rencontrées par Frey et Leuckart (**1847**) chez *Tubularia*, par Gegenbaur (**1854**) chez *Eudendrium ramosum*, par Strethill Wright (**1861** et **1863**) chez *Hydractinia echinata*.

Gegenbaur (**1854**) et Allman (**1872**), croyaient que les *Phoxichilidium* pénétraient à l'état d'œufs dans l'hydranthe. Cependant antérieurement Kroyer (**1842**) avait décrit et figuré la larve nouvellement éclose et libre de *Ph. femoratum* avec les longs appendices cirriformes caractéristiques des pattes II et III. Après que Hodge (**1862**) et Semper (**1874**) eurent démontré que l'éclosion des jeunes *Phoxichilidium* a lieu sur les pattes ovifères des mâles et que, par suite, la pénétration dans l'Hydroïde ne peut se faire qu'à l'état de larve, l'opinion de Gegenbaur fut définitivement abandonnée.

D'ailleurs la pénétration du parasite n'a jamais été observée directement. Hodge (**1862**) et Semper (**1874**), croient que la larve est

avalée par la *Coryne*. L'opinion régnante actuellement est celle de Dohrn (**1881**), à savoir que la larve pénètre dans son hôte par la bouche, après s'être fixée sur lui à l'aide de ses appendices cirriformes qui peuvent s'enrouler comme des vrilles et après avoir subi une mue qui la débarrasse complètement des deux paires de pattes postérieures, comme l'ont montré Hodge (**1862**), Semper (**1874**) et Dohrn (**1881**), ou qui, d'après Adlerz (**1888**) ne laisse subsister ces membres qu'à l'état de vestiges.

Les modifications produites sur l'hôte par le parasite, sont plus ou moins profondes. Chez *Coryne* et *Syncoryne*, les larves de *Phoxichilidium* sont logées dans des sacs piriformes que Allman (**1872**) compare aux galles des végétaux. Ces sacs de formes variées sont pour Hodge des hydranthes dégénérés : l'œuf serait charrié à travers le système cavitaire de la colonie, jusque dans une partie qui, normalement, aurait dû donner naissance à un hydranthe. Allman (**1872**) partage cette manière de voir, ainsi que Wright (**1863**) qui fait observer que les sacs parasités sont, à tous les stades du développement, dépourvus de tentacules et recouverts par le périthèque.

Mais cette *nidification*, pour employer l'expression de Wright, n'est pas admissible chez *Hydractinia*. Wright (**1863**) et Allman (**1872**) reconnaissent que, dans cet Hydroïde, l'hydranthe, infesté souvent par de nombreux individus qui sont à divers stades de leur développement, subit une dégénération portant sur les tentacules qui s'atrophient ou disparaissent. Semper a également observé chez *Hydractinia* divers degrés de dégénération produite par la présence des *Phoxichilidium* et en rapport avec le nombre des parasites : quand l'hydranthe n'héberge qu'une seule larve, les tentacules ne subissent pas de modifications ; mais quand il en contient quatre à six, les tentacules disparaissent. Semper fait remarquer en outre que si l'hydranthe souffre, la colonie entière souffre également, car elle semble perdre la faculté de produire des bourgeons reproducteurs.

Chez *Eudendrium ramosum*, d'après Gegenbaur, les hydranthes

parasités subissent un allongement du corps et une réduction des tentacules à l'état de petits tubercules.

Chez *Podocoryne*, d'après Dohrn, les hydranthes infestés, qui peuvent nourrir jusqu'à deux ou trois larves de *Ph. exiguum*, ne subissent cependant pas d'atrophie tentaculaire.

La sortie des jeunes *Phoxichilidium* de leur hôte provisoire n'a été observée que par Allman et par Semper. D'après Allman, le jeune Pycnogonide quitte le sac piriforme des Corynes en perforant la paroi du sac : il est alors au stade où la quatrième paire de pattes ambulatoires (appendices VII) n'est encore représentée que par ses rudiments. C'est également au stade à six paires d'appendices que Semper a observé plusieurs fois la sortie du jeune *Ph. mutilatum* par la bouche de l'hydranthe d'*Hydractinia*. Enfin Dohrn a trouvé des jeunes *Ph. exiguum* rampant librement et chez lesquels les appendices VII n'étaient qu'à l'état d'ébauches.

Le stade auquel les *Phoxichilidium* commencent leur vie libre est donc bien établi. Celui de la pénétration l'est également. D'autre part Hodge (1862), Semper (1874), Dohrn (1881) et Adlerz (1888) ont décrit et figuré les divers stades de la période parasitaire, de sorte que le cycle évolutif des *Phoxichilidium* est bien connu dans son ensemble. Dohrn a en outre établi que les larves parasites s'alimentent de la nourriture de l'Hydroïde et que, lorsqu'elles quittent leur hôte, elles sont précisément au même stade que les larves de *Pallene* au moment de l'éclosion.

Bien intéressante est l'observation de Lendenfeld (1883) sur l'ectoparasitisme des larves de *Ph. plumulariæ*. Ces larves, au moment de l'éclosion, ne présentent pas les prolongements cirriformes caractéristiques des autres espèces du même genre, mais leur première paire d'appendices, extraordinairement développée, est armée de pinces puissantes. A l'aide de ces pinces, la larve embrasse étroitement une branche de *Plumularia*, tandis que des glandes, placées dans les tenailles, sécrètent un liquide qui s'écoule au dehors par des pores de la paroi chitineuse des pinces et cimente, selon Lendenfeld, la

tenaille à l'Hydroïde. Ces glandes d'ailleurs ne tardent pas à s'atrophier. Le jeune Pycnogonide enfonce son bec dans un polype et grossit rapidement, en subissant plusieurs mues. Les appendices II et III apparaissent en même temps, puis se forment les appendices IV à VI. La durée de la vie parasitaire est de plusieurs semaines. Quant aux modifications subies par l'hydranthe, Lendenfeld dit qu'elles portent sur les tentacules qui disparaissent au bout de quelque temps, de sorte que l'hydranthe ressemble alors à un bourgeon dans lequel le bec de la larve pénètre par un trou à l'extrémité terminale. Lendenfeld termine son mémoire en faisant observer que *Ph. plumulariæ* et *Ph. exiguum*, bien que très semblables à l'état adulte, ne descendent cependant pas de la même espèce parasite, car leurs larves se développent dans des sens très divergents. Pour moi, *Ph. plumulariæ* est intéressant surtout en ce qu'il montre, dans son mode de vie, une transition entre la vie entièrement libre de la plupart des Pycnogonides qui cependant affectionnent d'une manière toute particulière les colonies d'Hydroïdes, et la vie parasitaire des autres espèces de *Phoxichilidium* à l'intérieur des hydranthes. On entrevoit ainsi comment a pu s'établir le parasitisme interne de ces derniers.

Le Phoxichilidium. — Nous verrons que le Pycnogonide du *Bougainvillia* appartient au genre *Phoxichilidium*. Mais n'ayant pas pu observer ses larves après la sortie de leur hôte, je n'ai pas les éléments pour les déterminer spécifiquement d'une manière certaine. Toutefois, selon toutes probabilités, elles doivent appartenir au *Ph. femoratum* Rathke. Cette espèce et le *Ph. virescens* Hodge se trouvent en abondance dans les dragages et à la côte, et jusque maintenant je n'ai rencontré que ces deux espèces au Portel. Mais *Ph. virescens*, dont le cycle évolutif est malheureusement inconnu, semble affectionner les éponges et particulièrement les éponges calcaires, tandis que *Ph. femoratum* se rencontre presque exclusivement sur les colonies d'Hydroïdes. D'ailleurs des exemplaires

adultes de cette dernière espèce se trouvaient sur le *Bougainvillia* contaminé.

D'autre part, d'après Hoek (**1881**), *Ph. coccineum* Johnst. = *Ph. femoratum* Rathke. Or nous avons vu que la larve de cette espèce, qui a été dessinée pour la première fois par Kroyer, a été trouvée par Hodge (**1862**) et par Allman (**1872**) dans *Coryne* et *Syncoryne* où elle est logée dans des sacs piriformes qui ressemblent extraordinairement à ceux du *Bougainvillia*.

Tout porte donc à croire que les larves que j'ai observées appartiennent au *Ph. femoratum* Rathke.

Le Bougainvillia et ses sacs piriformes. — Le *Bougainvillia* sur lequel j'ai fait mes observations est le *B. ramosa* Van Bened, facies des eaux agitées (= *B. fruticosa*. Allman). (Voir Hallez, **1905**). C'est un très bel exemplaire qui provient d'un dragage fait au Portel et qui a été fixé en totalité par le liquide acétomercurique, après traitement au chlorhydrate de cocaïne.

C'est malheureusement après la fixation que je me suis aperçu qu'il était parasité, de sorte que je n'ai pu faire aucune observation sur les parasites vivants.

Les loges du parasite sont des sacs piriformes longs de un millimètre et demie et dont le plus grand diamètre, dans la partie renflée distale, atteint 0,5 millimètre, tandis que le diamètre, dans la partie proximale, n'est que de 0,2 de millimètre. Le périthèque les recouvre entièrement, sauf sur la calotte distale, qu'il dépasse en général, constituant alors un rebord évasé comme un court hydrothèque (Pl. VI., fig. 6 et 7.)

Sur les coupes transversales, on voit que le parasite occupe presque toute la cavité du sac quand il a acquis tout son développement ; il est entouré par une mince membrane anhiste provenant sans doute d'une mue (exuvie), puis on observe les deux couches endodermique et ectodermique et enfin le périthèque de l'Hydroïde. Les tissus de celui-ci ne présentent pas de modifications appréciables au début. Je

n'ai pas observé l'épaississement de l'endoderme et de l'ectoderme signalé, dans les sacs piriformes de *Coryne* et *Syncoryne*, par Allman (**1872**) qui, d'ailleurs, ne paraît pas avoir pratiqué des coupes dans ces formations. Bien au contraire, quand le périthèque est entièrement formé avec sa collerette distale, et à mesure que le parasite se développe, les couches endodermique et ectodermique du sac piriforme s'amincissent, ne formant plus à la fin de la période parasitaire qu'une faible membrane.

La position des loges des parasites dans la colonie est quelconque : on les trouve aussi bien à la base que sur les branches les plus élevées et toujours dans la même position que les hydranthes. Je ne puis donc pas partager l'opinion de Hodge (**1862**) qui admet que les jeunes Pycnogonides se fixent sur la Coryne à une époque de l'année où celle-ci est encore petite et que c'est pour cette raison que les sacs sont ordinairement situés dans la partie basse de la tige ; quand occasionnellement on les rencontre plus haut, cela serait dû à une croissance postérieure à la pénétration du parasite.

A noter que le *Bougainvillia* en question porte des milliers de méduses à tous les stades de développement, même dans le voisinage immédiat des sacs piriformes. Cette fructification extraordinairement abondante constitue un spectacle curieux qui a vivement intéressé Allman (**1872**, p. 315), et qu'on ne rencontre vraiment que dans la variété *fruticosa*.

Formation et développement des sacs piriformes en rapport avec le développement du parasite. — J'ai observé un hydranthe (Pl. VI, fig. 2) renfermant une jeune larve depuis peu de temps, car cette larve ne possède que les appendices I garnis de pinces et sa taille est inférieure à 0,1 de millimètre. Cet hydranthe, évidemment tout récemment infesté, présente déjà de notables modifications. Tandis que les hydranthes ordinaires (Pl. VI, fig. 1) mesurent 0,4 à 0,6 de millimètre en longueur, sur 0,2 en largeur, et que leurs tentacules mesurent en moyenne 0,3 de millimètre, l'hydranthe en

question a les dimensions suivantes : longueur 1 millimètre, largeur près de 0.3 de millimètre, tentacules 0.1 à 0.125 de millimètre ; sa forme générale est celle d'un fuseau, son périthèque ne s'avance guère plus loin que chez les hydranthes normaux.

Voici maintenant un stade (Pl. VI, fig. 3) qui semble venir immédiatement après le précédent. Le sac contient une larve qui, comme la précédente, n'a qu'une paire d'appendices, mais dont la taille est un peu plus forte, elle mesure 0.12 de millimètre au lieu d'un peu moins de 0.1 de millimètre. Ce sac est piriforme, fortement renflé à son extrémité distale et mesure 0.8 de millimètre en longueur sur 0.4 en largeur ; le périthèque l'enveloppe sur les deux tiers de sa longueur.

Tandis que la larve grossit et acquiert ses appendices II à VI, les sacs s'allongent et sont recouverts de plus en plus par le périthèque. Toutefois le développement du sac marche beaucoup plus vite que celui de la larve. J'ai dessiné (Pl. VI, fig. 5) une de mes préparations dans laquelle on voit un sac qui a atteint sa longueur définitive mais dont le périthèque ne déborde pas encore l'extrémité distale, et qui est habité par une larve qui ne mesure que 0.2 de millimètre.

D'autres préparations (Pl. VI, fig. 6 et 7) montrent des sacs complètement développés logeant une larve de 0.4 et de 0.8 de millimètre. La larve de la fig. 7 n'est pas éloignée du moment où elle doit quitter son hôte, elle n'a plus à grandir que de 0.1 ou 0.2 de millimètre. Ici la collerette existe, elle est due évidemment à la rétraction des tissus de l'hydranthe transformé.

Les larves sont toujours orientées de telle sorte que l'extrémité antérieure est tournée vers le pédoncule du sac. Cette position paraît avantageuse, car le parasite, ayant bientôt fait d'épuiser les aliments contenus dans l'hydranthe, peut se gorger plus facilement des substances alimentaires presque inépuisables emmagasinées dans le système cavitaire de la colonie. Dans ses stades avancés, la larve a les pattes repliées ventralement comme celle représentée par Hodge

(**1862**, Pl. V, fig. 14), et comme la larve de *Ph. exiguum* figurée par Dohrn (**1881**, Pl. XII, fig. 26).

La figure 8 représente un sac vide : un large orifice circulaire indique certainement la voie suivie par le jeune *Phoxichilidium* lorsqu'il le quitta. On remarque aussi qu'il ne reste rien, dans cette loge, des tissus de l'hydranthe sacrifié. Dès lors la sortie du parasite s'explique aisément. Le jeune n'a qu'un léger effort à faire pour rompre la mince membrane, peut-être déjà en partie desséchée, qui seule ferme le sac à l'extrémité distale : il peut alors sortir à reculons.

La rareté des sacs vides sur la colonie fait croire que ces formations se détachent.

Remarques. — L'hydranthe (Pl. VI, fig. 2) récemment infesté ne montre aucune solution de continuité sur ses parois pouvant indiquer le point de pénétration de la larve. Mais on sait avec quelle facilité se cicatrisent, sans laisser de trace, les déchirures dans ces tissus d'Hydroïdes. Il n'est donc pas impossible que la pénétration ait lieu par la paroi du corps. Toutefois il y a lieu de croire qu'elle doit se faire par la bouche de l'hydranthe. *Ph. femoratum* représente l'expression la plus haute du parasitisme de ses congénères. *Ph. plumulariæ* l'expression la plus faible, tandis que *Ph. exiguum* et *Ph. mutilatum* peuvent être considérés comme des termes intermédiaires. Or *Ph. plumulariæ* enfonce son bec dans la bouche de l'hydranthe. *Ph. exiguum* et *Ph. mutilatum* sortent par la bouche, suivant vraisemblablement la même voie qu'ils ont prise pour pénétrer dans leur hôte. On est, me semble-t-il, autorisé à admettre que *Ph. femoratum* doit pénétrer aussi par la même voie suivie par les autres espèces.

Ph. femoratum est l'expression la plus haute des cas de parasitisme observés parmi ses congénères. En effet, nulle autre espèce ne produit chez son hôte des modifications aussi profondes. Les sacs des *Bougainvillia*, *Coryne* et *Syncoryne* ne ressemblent plus en

rien à l'hydranthe primitif : ils rappellent plutôt, selon l'expression de VAN BENEDEN, « les loges ovariennes des Campanulaires ». Les hydranthes d'*Hydractinia* peuvent perdre les tentacules quand ils contiennent quatre à six larves, mais quand ils n'en logent qu'une, les tentacules subsistent, dans l'un et l'autre cas la bouche persiste et il n'y a pas de chitinisation superficielle. Enfin les hydranthes de *Podocoryne* peuvent héberger deux et trois larves sans que leur appareil tentaculaire subisse la moindre atrophie. Il semble, d'après ces observations, que la dégénération du polype est due, non seulement à une atrophie consécutive à la disette, mais aussi à une action nocive, propre et directe, du parasite sur l'hydranthe. Cette action nocive, nulle chez *Ph. exiguum*, se manifeste déjà un peu chez *Ph. mutilatum* de *l'Hydractinia*, mais est surtout sensible chez *Ph. femoratum*.

La marche plus rapide du développement du sac relativement à la marche du développement du parasite vient à l'appui de cette intervention d'une action nocive, car il est bien évident que le sac ne se dilate pas en se moulant sur la larve, à mesure que celle-ci se développe. Ce serait plutôt la larve qui se moulerait dans le sac. Il faut donc que l'hypertrophie et la dégénération du polype soient provoquées par quelque chose d'autre que la présence pure et simple de l'intrus. On pourrait peut-être expliquer la formation du sac en l'interprétant comme une tentative de réaction de l'hydranthe, tendant à une sorte d'enkystement du parasite, mais cette réaction serait bien inefficace. Et d'ailleurs on n'observe pas de réaction ni chez *Hydractinia*, ni chez *Podocoryne*.

Si l'on considère les figures 2 et 3, on est frappé du peu de changement subi par le parasite et de la modification profonde éprouvée au contraire par l'hydranthe. Il est probable que le temps écoulé, entre la phase de la figure 2 et celle de la figure 3, est très court et que, par conséquent, l'hydranthe doit, après la pénétration de la larve, perdre rapidement ses tentacules et sa bouche. Cette circonstance expliquerait ce fait que les sacs piriformes ne contiennent jamais

qu'une seule larve, tandis que, dans les cas où la bouche persiste (*Hydractinia* et *Podocoryne*), les hydranthes peuvent loger plusieurs larves à des stades de développement différents. Il est probable que les phénomènes sont les mêmes chez *Coryne*, *Syncoryne* et *Bougainvillia*.

Le parasitisme de *Phoxichilidium* ne paraît pas avoir une influence sur l'atrophie ("castration") des organes reproducteurs de l'Hydroïde. SEMPER est le seul auteur qui ait fait remarquer que les *Hydractinia* parasités semblent perdre la faculté de produire des bourgeons reproducteurs. Chez *Bougainvillia*, la présence de parasites nombreux n'entrave pas la formation des méduses que l'on trouve par milliers dans tous les points de la colonie, même les plus voisins des sacs piriformes habités. Il n'y a donc pas ici de « mystérieuse action modificatrice du parasite gonotome indirect[1] », mais bien, comme dans la plupart des cas, une simple question de disponibilités plus ou moins grandes des matériaux nutritifs.

OUVRAGES CITÉS

1888. ADLERZ. Bidrag till Pantopodernas Morfologi och Utvecklings historia (*Stockholm*).

1859. ALLMAN. On a remarkable form of Parasitism among the Pycnogonidœ. (*Report of the British Assoc. for* 1857).

1872. ALLMAN. A Monograph of the Gymnoblastic or Tubularian Hydroids (pp. 200, 201 et 314). — Voir aussi (*Meeting de l'Assoc. Brit. pour l'avanc. des Sc.* 1857).

1844. BENEDEN (J. P. VAN). Recherches sur l'embryogénie des Tubulaires — (*Mém. Ac. roy. Bruxelles*. T. XVII, p. 58. Pl. IV., fig. 2).

1881. DOHRN. Die Pantopoden (*Fauna und Flora des Golfes von Neapel*, pp. 76, 175 et 184).

1847. FREY et LEUCKART. Beiträge zur Kenntniss wirbelloser Thiere, p. 165.

1854. GEGENBAUR. Zur Lehre vom Generationsweschsel, p. 38., (note).

1905. HALLEZ (P.). *Bougainvillia fruticos* Allman est le facies d'eau agitée de *Bougainvillia ramosa* van Bened. (*C. R. Ac. Sc. Paris*. 13 fév. 1905).

[1] GIARD (*Revue Scientif.* 4 fév. 1905, p. 135).

1868. Hincks. A History of the British Hydroid Zoophytes (pp. 112 et 113).

1862. Hodge. Observations on a species of Pycnogon (*Phoxichilidium coccineum* Johnston), with an attempt to explain the Order of its Development. (*Ann. N. Hist.* Vol. IX. 3e sér., p. 33-42. Pl. IV et V).

1881. Hoek. Etudes sur les Pycnogonides (*Arch. de Zool. exp.* T. IX. p. 512).

1842. Kroyer. Notes sur les Métamorphoses des Pycnogonides (*Ann. Sc. nat.* 2e série. T. XVII. p 291. Pl. 9 B, fig. 4).

1883. Lendenfeld. Die Larvenentwicklung von *Phoxichilidium Plumulariæ.* nov. sp. (*Zeitsch. f. w. Zool.* T. XXXVIII, pages 323-329).

1874. Semper. Ueber Pycnogoniden und ihre in Hybroiden schamotzenden Larvenformen. (*Arch. Wurzburgh*. T. I, pp. 264-286. Pl. XVI et XVII).

1861. Strethill Wright. (*Proc. roy. Physic. Soc. Edinburgh.*)

1863. Strethill Wright. On the Development of Pycnogon-Larvæ within the Polyps of *Hydractinia echinata*. (*Journ. Micr. Soc.* Vol. 3. p. 51).

EXPLICATION DE LA PLANCHE

PLANCHE VI

Toutes les figures sont faites à la chambre claire et au même grossissement (×52 sauf la figure 4, p. Périthèque — c. Collerette du périthèque — st. stolon.

Fig. 1. Hydranthe normal.

Fig. 2. Hydranthe avec une jeune larve de 0,1 de millim.

Fig. 3. Sac piriforme en formation renfermant une larve de 0,12 de millim.

Fig. 4. La larve du sac précédent plus fortement grossie.

Fig. 5. Sac piriforme plus avancé, renfermant une larve de 0,2 de millim.

Fig. 6. Sac piriforme complètement développé, logeant une larve de 0,4 de millim.

Fig. 7. Sac piriforme complètement developpé, renfermant une larve de 0,8 de millim.

Fig. 8. Sac piriforme après la sortie de la larve.

CONTRIBUTION
A L'ÉTUDE DU TISSU LYMPHOÏDE
DES
ICHTHYOPSIDÉS

PAR

ANNA DRZEWINA

INTRODUCTION

A l'encontre de la plupart des autres tissus entrant dans la constitution du corps animal, le tissu lymphoïde jouit, pour ainsi dire, d'une assez grande indépendance. Il n'est pas, en effet, localisé dans un organe déterminé, dans une partie circonscrite du corps, mais il affecte les organes les plus divers, et y présente un développement des plus variables, suivant l'organe et suivant le type considéré. Depuis de simples amas de cellules lymphatiques on passe par tous les stades intermédiaires aux organes les plus perfectionnés, et cette évolution du tissu lymphoïde marche en quelque sorte de pair avec le développement organique. A ce point de vue spécial, on pourrait distinguer dans l'embranchement des Vertébrés deux grands groupes caractérisés par la présence ou par l'absence de ganglions lymphatiques, ces derniers étant considérés comme le terme ultime de la différenciation du tissu lymphoïde. Chez les Oiseaux et les Mammifères, notamment, les ganglions lymphatiques sont présents; ils font

défaut chez tous les autres Vertébrés, à l'exception, peut-être, des Crocodiliens. Chez le *Crocodilus acutus* Cuv., Owen (**1831**) a, en effet, signalé un ganglion lymphatique volumineux, « as large as the spleen », siégeant à la racine du mésentère. Nous ne possédons aucune indication plus précise sur cet organe que, pour ma part, j'ai vainement recherché sur trois exemplaires jeunes d'*Alligator lucius* Cuv.

Quoi qu'il en soit, des ganglions lymphatiques véritables semblent manquer complètement chez les Vertébrés inférieurs : ils n'apparaissent que chez les Oiseaux et, même chez ceux-ci, il s'agit plutôt de ganglions lymphatiques à caractères embryonnaires (Fleury, **1902**), de sorte que le ganglion lymphatique d'un Oiseau adulte rappelle une formation analogue chez l'embryon des Mammifères.

Pour certains histologistes anciens, cependant, plusieurs représentants du groupe des Ichthyopsidés offriraient des exemples de formations lymphoïdes, de tous points semblables aux ganglions lymphatiques des Vertébrés supérieurs. Dans son mémoire sur le développement et l'anatomie microscopique des Raies et des Squales, Leydig (**1852**) essaie de ranger dans le même groupe d'organes, « la glande thyroïde » de Robin, « le thymus » d'Ecker, la « masse blanchâtre » de l'œsophage des Squales et des Raies, ainsi que la masse glandulaire intraorbitaire et sous muqueuse du palais de la Chimère. Toutes ces formations concordent, d'après lui, dans leur structure histologique et, sous le microscope, elles apparaissent formées de cellules rappelant les globules lymphatiques ; mais leur analogie avec les ganglions lymphatiques des Vertébrés supérieurs, tout en étant fort probable, ne semble pas encore être assez démonstrative à Leydig.

Quelques années plus tard, cependant, dans son traité d'Histologie (**1857**), Leydig est plus affirmatif à ce point de vue : chez certains Poissons, dit-il, on trouve des formations qui doivent être envisagées comme des ganglions lymphatiques indiscutables. Il range dans cette catégorie : 1) une masse d'apparence glandulaire, qui se

trouve entre la membrane muqueuse et la tunique musculaire de l'œsophage chez les Squales et les Raies ; 2) une masse d'apparence glandulaire, siégeant dans l'orbite et sous la muqueuse du palais chez la Chimère ; 3) l'organe épigonal, décrit par Müller dans le pli du péritoine de certaines Squales femelles ; 4) la masse pulpeuse, renfermée dans la cavité crânienne et dans la portion antérieure du canal rachidien chez l'Esturgeon ; 5) la substance spongieuse, qui revêt le ventricule et le bulbe artériel chez le même animal ; et, enfin, 6) le tissu aréolaire, qui entoure sur tout leur trajet les vaisseaux du mésentère chez certains Poissons osseux, comme la *Dactyloptera volitans* et la *Trigla hirundo*.

Cette conception de Leydig, d'après laquelle diverses formations chez les Poissons seraient à rapprocher des ganglions lymphatiques des Vertébrés, paraît trop hardie aux yeux des savants contemporains. Pour Milne-Edwards (**1859**), notamment, « l'analogie n'est pas encore suffisamment démontrée, et l'on ne sait encore que peu de choses sur la structure de ces parties. »

Il est évident que si l'on entend sous le nom de ganglion lymphatique un organe hautement différencié, interposé sur le trajet d'un courant lymphatique et formant une sorte de barrage à la lymphe, les ganglions lymphatiques font défaut chez les Poissons et chez les Batraciens [1]. Il en serait tout autrement, si sous le terme de ganglion lymphatique on comprenait seulement un amas lymphatique individualisé, nettement délimité, servant de centre formatif pour les éléments du sang et de la lymphe. Dans ce cas, plusieurs Ichthyopsidés, comme on le verra dans la suite, présenteraient des ganglions lymphatiques, et il n'y aurait plus lieu d'établir une démarcation formelle entre Mammifères et Oiseaux d'une part, Reptiles et Ichthyopsidés, de l'autre. J'estime cependant que, conformément à l'usage

[1] J'ajoute, toutefois, que des nouvelles recherches s'imposent au sujet de l'irrigation des organes lymphoïdes des Ichthyopsidés ; elles permettraient, peut-être, d'établir dans ceux-ci un système afférent et efférent. Je remarque à ce sujet, que, d'après Vialleton (**1902***a*), certaines veines pourraient être considérées comme des vaisseaux efférents des amas leucocytaires du rein de certains Squales.

classique, il est préférable de ne pas appliquer le terme de ganglions lymphatiques aux différents amas lymphoïdes individualisés des Vertébrés inférieurs. Ce sont plutôt des follicules lymphoïdes, de tous points semblables aux follicules clos du tube digestif des Mammifères, la différence entre follicules lymphoïdes des Ichthyopsidés et ganglions lymphatiques véritables étant la même que celle qui existe entre follicules clos et ganglions lymphatiques chez les Mammifères.

De tels follicules lymphoïdes, entourés d'une capsule conjonctive propre, existent chez de nombreux représentants du groupe des Ichthyopsidés : Sélaciens, Ganoïdes, Téléostéens, Dipnoïques, Amphibiens. En outre, certains de ces animaux sont munis d'appareils lymphoïdes qui, par leur structure histologique, se rapprochent plus encore que ceux-ci des ganglions lymphatiques des Mammifères : des formations, présentant une capsule périphérique, des septa qui en partent, une substance lymphoïde propre, découpée en follicules et en cordons folliculaires ; ce sont là des appareils hautement différenciés, qui ne diffèrent des ganglions lymphatiques que par le fait de ne pas interrompre la continuité d'un courant de lymphe. Le plus souvent, cependant, on trouve, chez les Ichthyopsidés, diverses localisations lymphoïdes, qui, tout en présentant un développement considérable, n'affectent pas les dispositions d'un organe nettement délimité : ce sont autant de masses diffuses, interposées dans l'intimité de plusieurs organes ou situées à leur périphérie.

J'ai dit plus haut que le tissu lymphoïde jouit, à l'encontre de la plupart des autres tissus, d'une certaine indépendance. Si cette phrase est exacte pour les Vertébrés supérieurs, elle l'est plus encore pour les Ichthyopsidés. Chez ces derniers, en effet, non seulement le tube digestif, mais les organes les plus variés : rein, foie, pancréas, cœur, organes génitaux, cerveau..., sont le siège de formations lymphoïdes plus ou moins développées.

C'est précisément à l'étude du tissu lymphoïde, dans les dispositions variées qu'il affecte chez les Ichthyopsidés, qu'est consacré le

présent travail. Alors que la rate a été l'objet de très nombreuses recherches, les autres localisations lymphoïdes n'ont donné lieu qu'à des observations éparses, faites surtout à propos d'études monographiques. Pour ma part, je me suis proposé l'étude comparative et synthétique des différentes localisations lymphoïdes des Ichthyopsidés et j'ai cherché à déterminer, au moyen des méthodes nouvelles, la nature des cellules d'espèces très variées qui entrent dans leur constitution et qui sont, en général, confondues sous le terme commun de cellules lymphoïdes. Je me suis proposé, d'autre part, de mettre en évidence le rôle fonctionnel des organes en question et de préciser leurs rapports réciproques.

Le présent mémoire est divisé en trois parties. Dans la première, je fais une étude générale du tissu lymphatique des Ichthyopsidés : des éléments leucocytaires qui le composent et de sa charpente réticulée. La seconde partie est consacrée à la description de la structure histologique des différentes localisations lymphoïdes. Dans la troisième partie, enfin, j'étudie le rôle physiologique de celles-ci, et j'expose les résultats des recherches expérimentales, qui m'ont permis d'établir entre elles des corrélations fonctionnelles.

Ce travail a été fait au laboratoire d'Anatomie comparée du Muséum et au laboratoire maritime de Saint-Vaast la Hougue. Je prie M. Edmond Perrier, l'éminent directeur du Muséum, d'agréer l'expression de ma vive gratitude pour la large hospitalité qu'il a bien voulu m'accorder dans ces deux laboratoires.

En acceptant de juger la thèse que je présente à la Faculté, M. le professeur Dastre m'a fait un honneur, dont je sens tout le prix.

Je tiens à exprimer ma profonde reconnaissance à M. Auguste Pettit, chef du laboratoire d'Histologie du Muséum qui m'a donné l'idée de ce travail et sous la direction si autorisée duquel celui-ci a été entièrement effectué. Après m'avoir initié à la technique histologique, il n'a pas cessé de me prodiguer ses conseils qui ont été

pour moi des guides précieux : je lui renouvelle mes sincères remerciements.

TECHNIQUE

Les animaux, sur lesquels j'ai eu à prélever les organes, ont été sacrifiés immédiatement avant la prise du matériel (sauf le cas d'impossibilité). Aussitôt prélevés, les organes à étudier étaient plongés dans les liquides fixateurs suivants : liquide de Lindsay, liquide de Zenker iodé et sublimé renfermant 3-5 0/0 d'acide acétique.

Le liquide de Zenker iodé, surtout à recommander dans l'étude du système hématopoïétique, se prépare de la manière suivante :

Sublimé à saturation dans l'eau	9 p.
Teinture d'iode	1 p.

On filtre et on ajoute :

Bichromate de potasse à 2,5 0/0.	10 p.

Les inclusions ont été faites à la paraffine, et les coupes pratiquées au microtome. La fixation sur lames était obtenue au moyen de l'eau albumineuse.

Dans certains cas, quand il s'agissait d'avoir des coupes larges (coupes totales des jeunes exemplaires d'Ichthyopsidés), la fixation a été faite de préférence au liquide formo-acéto-picrique de Bouin et l'inclusion au collodion.

J'ai pu souvent apprécier l'avantage de l'emploi simultané de plusieurs liquides fixateurs dans l'étude du même organe.

Les colorations combinées les plus diverses ont été employées. Après le liquide de Lindsay, je me suis servie surtout du bleu d'Unna, du rouge Magenta-Benda, de la safranine-vert lumière, ou du mélange de Cajal : après le liquide de Zenker iodé, j'ai eu le plus souvent recours à la coloration par l'éosine-orange, bleu de toluidine (Méthode de DOMINICI, **1902**) :

Éosine . . } Orange G. }	1 gramme
Eau distillée.	200 grammes

Après avoir lavé à l'alcool, on colore :

Bleu de toluidine.	1 gramme
Eau distillée.	200 grammes

D'autres méthodes encore ont été employées : hématoxyline-orange, bleu d'Unna-éosine, etc.

Le triacide et l'« Ehrlich's C. Mischung " (solution glycérinée d'aurantia-éosine-induline) ont été appliqués à l'étude des granulations leucocytaires (surtout après la fixation au sublimé).

J'ai souvent additionné le triacide d'Ehrlich d'un volume égal d'une solution à 8 0/0 de formol dans l'eau distillée et de 1 0/0 d'acide acétique, conformément aux indications de Morel et Doléris (**1902**). Grâce à cette modification, le vert de méthyle du triacide résiste mieux au lavage dans les alcools.

Pour la mise en évidence du reticulum du tissu lymphoïde, les pièces, fixées de préférence dans l'alcool, ou dans le bichromate de potasse à 2,5 0/0, sont secouées dans de l'eau tiède, après inclusion à la gomme arabique.

Enfin, je me suis aussi servie du mélange picro-fuchsique de Van Gieson et de l'hématoxyline de Mallory pour la différenciation des fibres musculaires et de la charpente conjonctive des organes lymphoïdes.

PREMIÈRE PARTIE

I. — LE LEUCOCYTE

Je n'ai nullement l'intention de faire une étude générale du leucocyte, moins encore de tracer un historique des travaux le concernant. Le nombre de ces derniers se chiffre par centaines, et il n'est sûrement pas beaucoup de questions en biologie qui aient suscité autant

de recherches, exigé autant d'efforts, donné lieu à autant de discussions, que cette petite unité anatomique, que HEWSON a découverte il y a déjà plus de deux siècles.

Les études de VIRCHOW sur la leucémie (**1858**) et sa célèbre phrase : « je réclame pour le globule blanc une place dans la pathologie », ont donné une puissante impulsion aux recherches sur le leucocyte : de nombreux médecins et cliniciens vinrent joindre leurs efforts à ceux des physiologistes et des histologistes, et une science nouvelle, *l'hématologie*, a été créée.

Les admirables travaux d'EHRLICH, père de l'hématologie moderne, marquent une étape importante dans l'évolution de la science du leucocyte. La « méthode analytique », qu'il a introduite dans l'étude des globules blancs, a donné dans ses mains et celles de ses émules des résultats excessivement intéressants, non seulement au point de vue purement scientifique, mais encore au point de vue pratique, en tant que diagnostic hématologique des différents états morbides.

Cependant, malgré les progrès indéniables réalisés dans l'étude du globule blanc, les différentes questions qui le concernent sont loin d'être résolues. On n'est pas, en effet, définitivement renseigné sur l'origine des leucocytes ; on est encore réduit à des hypothèses relativement à la filiation des différents types leucocytaires, et aux rapports qui les unissent entre eux d'une part, et aux hématies d'autre part ; on ne sait rien ou presque rien sur la nature et le rôle des granulations énigmatiques qui remplissent le corps cytoplasmique de certaines espèces leucocytaires.

S'il y a encore tant de lacunes dans nos connaissances sur le globule blanc de l'Homme et des animaux de laboratoire, qui ont été l'objet de recherches innombrables de la part des cliniciens et des morphologistes, le manque de données précises est plus sensible encore dans l'étude des leucocytes des Vertébrés inférieurs, qui a été à peine abordée.

Au cours de mes recherches sur le tissu lymphoïde des Ichthyopsidés, j'ai été amenée à étudier les différents types leucocytaires entrant

dans la constitution des organes lymphoïdes, chez de nombreux représentants de ce groupe. J'ai pu constater maintes fois, combien il était difficile d'appliquer aux globules blancs des Ichthyopsidés les données relatives aux leucocytes des Vertébrés supérieurs. Non seulement je me trouvais en présence de certains types cellulaires, qui n'ont aucune analogie dans la série leucocytaire, reconnue classique, mais j'ai pu relever certains faits, qui ne concordent pas absolument avec les notions généralement admises dans l'hématologie moderne. C'est pour mieux faire ressortir le caractère particulier de certains types leucocytaires des Ichthyopsidés, que je vais exposer sommairement les notions que nous possédons à l'heure actuelle sur le leucocyte et ses granulations.

Un des premiers résultats des recherches récentes a été de démembrer le terme général de « leucocyte », sous lequel on décrivait autrefois indifféremment tous les éléments incolores du sang. Dès que la notion de la grande diversité des éléments leucocytaires a été introduite dans la science hématologique, une classification plus ou moins rationnelle de ces éléments s'imposait. On a vite reconnu que les caractères morphologiques du noyau et du cytoplasma ne suffisaient pas à eux seuls pour classer les leucocytes. C'est alors qu'Ehrlich se mit à chercher, dans les réactions colorantes du cytoplasma et des granulations leucocytaires, des caractères de différenciation valables, et, grâce à sa méthode analytique, il parvint à établir plusieurs types leucocytaires.

Ce sont surtout les leucocytes granuleux qui ont attiré l'attention du savant allemand. Partant de ce point de vue que les affinités des granulations vis-à-vis des colorants acides, basiques ou neutres, définissent suffisamment un élément granulaire donné, Ehrlich range les cellules, suivant les granulations qu'elles renferment, en 5 groupes : 1) cellules à granulations α = éosinophiles : 2) cellules à granulations β = indulinophiles = amphophiles = pseudoéosinophiles ; 3) cellules à granulations γ = basophiles, Mastzellen : 4) cellules à fines granulations (δ) basophiles ; 5) cellules à granulations ε = neutrophiles.

Il faudrait y ajouter encore les leucocytes à granulations nigrosinophiles, découverts par KURLOFF chez le Cobaye, et que LEVADITI (**1902**) croit pouvoir rapprocher des Mastzellen.

Des recherches comparatives sur ces différents types de leucocytes granuleux ont permis à EHRLICH d'établir encore deux grandes sections : d'une part, les cellules avec des granulations spéciales, caractéristiques uniquement pour une espèce animale donnée : telles les neutrophiles de l'Homme et du Singe, les pseudo-éosinophiles du Cobaye et du Lapin; d'autre part, des leucocytes granuleux qui existent dans la série animale depuis la Grenouille jusqu'à l'Homme : tels les éosinophiles et les Mastzellen.

Les affinités tinctoriales des granulations leucocytaires sont considérées par EHRLICH et son école comme des propriétés d'ordre chimique, soumises toutefois aux conditions moléculaires ou physiques : si deux éléments granulaires se comportent différemment vis-à-vis des pigments colorants, il y a lieu de croire qu'ils ont une constitution physico-chimique différente, et qu'ils caractérisent deux types leucocytaires indépendants, spécifiques.

A côté des leucocytes granuleux, il existe des leucocytes à cytoplasma homogène qu'EHRLICH divise en lymphocytes et mononucléaires. Les premiers sont caractérisés par un noyau central, arrondi, souvent nucléolé, et un corps cytoplasmique à peine développé et fortement basophile. Les mononucléaires sont beaucoup plus volumineux, leur noyau est vésiculeux, pauvre en chromatine, et se colore avec plus d'intensité par les colorants basiques que le cytoplasma. Les éléments granuleux de la moelle osseuse, les myélocytes, correspondent aux leucocytes granuleux du torrent circulatoire.

La classification établie par EHRLICH et basée sur l'analyse chromatique fut accueillie avec enthousiasme dans le monde scientifique et suscita de nombreuses recherches sur le sang normal et pathologique.

La notion la plus importante qui se dégage de la théorie d'EHRLICH est celle de l'*indépendance* des espèces leucocytaires et de la *spéci-*

ficité des éléments granulaires. L'étude des leucocytes dans les rapports qu'ils contractent avec leurs organes générateurs a précisé plus encore la notion de l'indépendance de certains types leucocytaires, car elle a permis d'établir une séparation profonde entre la série lymphatique, dont le représentant serait le lymphocyte, et la série médullaire, qui comprend les leucocytes granuleux.

Ainsi, pour les partisans de la théorie d'EHRLICH (théorie « pluraliste », car, d'après elle, chaque type leucocytaire est une individualité à part), les granulations sont essentiellement spécifiques, et les leucocytes éosinophiles, basophiles et neutrophiles sont des éléments parfaitement différenciés.

D'autre part, les lymphocytes et les leucocytes granuleux appartiennent à deux classes absolument dissemblables, et « la notion des deux séries leucocytaires, la série lymphogène et la série myélogène, doit être considérée comme scientifiquement établie. » (LEVADITI, **1902**).

Voyons, d'abord, ce qu'il faut penser de la distinction capitale entre les éléments de la série lymphogène et ceux de la série myélogène. L'argument le plus essentiel invoqué à l'appui de cette thèse, à savoir : l'origine distincte de ces deux sortes d'éléments, dont les uns seraient engendrés dans les ganglions lymphatiques et la rate, les autres, dans la moelle osseuse, pourrait servir en effet de base à une classification « naturelle », s'il était démontré que des différences essentielles existent entre un lymphocyte et un gros mononucléaire. Les défenseurs de la théorie dualiste l'affirment, et ils voient une distinction profonde, au point de vue morphologique, fonctionnel et génétique, entre les éléments de la série lymphogène et ceux de la série myélogène.

Est-il possible d'affirmer qu'il existe, au point de vue morphologique, une dissemblance essentielle entre un lymphocyte et un mononucléaire? Le premier présenterait un protoplasma extrêmement peu développé, fortement basophile, et un noyau rond, pâle, peu basophile, quelque-fois nucléolé ; le mononucléaire, par contre, aurait un cytoplasma

bien développé, peu basophile, et un noyau rond ou ovalaire, toujours dépourvu de nucléoles et se colorant plus fortement que le cytoplasma. — Si ces dissemblances existent chez les Vertébrés supérieurs, elles s'effacent complètement, dès que l'on s'adresse aux Vertébrés inférieurs.

L'étude de ces deux sortes d'éléments chez les Ichthyopsidés rend impossible une démarcation quelconque entre un lymphocyte et un mononucléaire. Dans presque tous les cas que j'ai étudiés, on est en présence d'une série ininterrompue de stades intermédiaires entre un lymphocyte et un mononucléaire : on passe insensiblement d'un élément à noyau arrondi et à cytoplasma presque nul à un élément dont le noyau présente, en apparence, les mêmes caractères, et dont le cytoplasma est fort bien développé.

La taille des éléments ne fournit aucune indication précise à ce sujet, car elle varie dans des limites assez étendues, non seulement d'une espèce animale à une autre, mais encore chez la même espèce, et plus d'une fois aussi la taille d'un lymphocyte dépasse celle d'un mononucléaire situé à proximité.

La conformation du noyau ne permet non plus d'établir une différenciation entre un lymphocyte et un mononucléaire. Si parfois le noyau lymphocytaire se colore moins intensivement que le cytoplasma, d'autres fois, en revanche, il présente une chromophilie plus intense que ce dernier, et son réseau chromatique tantôt est serré, parsemé de nombreux karyosomes, tantôt affecte l'aspect d'une vésicule claire, à gros chromosome central. D'autre part, le noyau des mononucléaires offre également une architecture chromatique variable, suivant le type considéré, et, dans nombre de cas, il semble se rapprocher exactement de celui des lymphocytes qui se trouvent à côté.

La caractéristique de ces deux sortes d'éléments basée sur la présence ou l'absence des nucléoles est peu démonstrative. A ce qu'il paraît, même chez les Vertébrés supérieurs, il n'y a que les mononucléaires du sang qui soient dépourvus de nucléoles : dans les organes

hématopoïétiques, dans les ganglions lymphatiques par exemple, ils peuvent en offrir. Dans les organes lymphoïdes des Ichthyopsidés, la présence des nucléoles dans les mononucléaires est un fait fréquent; j'ai pu les mettre plusieurs fois en évidence en traitant les coupes par la fuchsine acide et le vert de méthyle : parfois même, sans avoir recours à cette méthode spéciale de coloration, on voit un corpuscule acidophile se dessiner au sein du noyau.

Si les caractères précédents ne sont pas suffisants pour la différenciation des deux éléments en question, l'affinité colorante de leur cytoplasma est peut-être encore moins probante. Dans les cas que j'ai étudiés, il est impossible, en effet, de soutenir que le cytoplasma des lymphocytes est caractérisé par une basophilie plus intense que celui des mononucléaires. Le mode des réactions vis-à-vis des colorants, aussi bien du cytoplasma lymphocytaire que de celui des mononucléaires, est excessivement variable, suivant l'espèce considérée, suivant la méthode de la fixation et de la coloration. Depuis une basophilie nette jusqu'à une acidophilie très prononcée, élective, le cytoplasma de ces deux éléments peut passer par toute une gamme d'affinités chromatiques et souvent même présenter une chromophilie très peu accusée.

Cela ne veut pas dire que, dans la même préparation, le cytoplasma des lymphocytes et celui des mononucléaires se comportent toujours d'une manière analogue vis-à-vis des pigments colorants : au contraire, plus d'une fois, ils présentent des différences assez marquées, le cytoplasma lymphocytaire pouvant, par exemple, être basophile, et celui des mononucléaires, acidophile; mais, ce que je soutiens, c'est que le diagnostic différentiel des deux éléments en question, basé sur l'affinité chromatique de leur cytoplasma, est difficile à établir, vue la diversité extrême de leurs réactions.

Je n'insisterai pas beaucoup sur l'argument d'ordre cytogénétique, que l'on se plaît à invoquer en faveur de la théorie dualiste, à savoir que les mononucléaires et les leucocytes granuleux prennent naissance dans la moelle osseuse, tandis que les lymphocytes ont leur

origine dans les ganglions lymphatiques et la rate. Il est évident que si cet argument est plausible dans le cas des Vertébrés supérieurs[1], et à la rigueur dans celui des Amphibiens, il serait difficile de le faire intervenir chez les Poissons, où il ne peut être guère question d'une fonction hématopoïétique de la moelle des os. Or, le sang et les diverses formations lymphoïdes des Poissons, comme on le verra dans la suite, présentent, à côté des mononucléaires et des lymphocytes, de nombreux types leucocytaires granulés ; force est donc d'admettre que les deux séries génétiques, lymphogène et myélogène, se confondent chez les Ichthyopsidés, les organes hématopoïétiques de ceux-ci engendrant indifféremment des lymphocytes et des éléments granuleux. C'est ce que j'ai effectivement constaté au cours de mes recherches, où j'ai vu diverses formations lymphoïdes produire à la fois des lymphocytes et des leucocytes granuleux.

Les différences qu'on établit généralement au point de vue fonctionnel entre les lymphocytes d'une part, et les éléments de la série myélogène d'autre part, sont non moins tranchées. Ainsi, le chimiotactisme de ces deux ordres de globules blancs ne serait pas le même et, à l'égard de certains agents chimiotactiques, les lymphocytes se comporteraient d'une manière tout à fait indifférente. On admet même que ceux-ci manquent complètement de propriétés chimiotactiques et qu'ils ne présentent ni phagocytose, ni diapédèse.

Je ne citerai que quelques-uns des nombreux travaux concernant cette question, pour montrer quelle discordance règne à ce sujet même parmi les partisans les plus avoués de la conception « pluraliste » des globules blancs.

Pour Wauters (**1898**), les leucocytes de la moelle osseuse sont phagocytaires, tandis que les lymphocytes, même les plus riches en protoplasma et les plus mobiles (les lymphocytes seraient donc mobiles ?),

[1] Il ne paraît pas, d'ailleurs, que tous les hématologistes croient que la moelle osseuse soit incapable d'engendrer des lymphocytes. Pappenheim (**1902**), qui n'est cependant pas un adversaire de la théorie d'Ehrlich, soutient que les lymphocytes peuvent dériver de toutes les formes du tissu réticulé : follicules, plaques de Peyer, amygdales, ganglions lymphatiques, thymus, rate, *moelle osseuse*.

sont incapables d'englober les microbes. WLASSOW et SEPP (**1904**) soutiennent, d'autre part, que ces derniers éléments sont incapables de se mouvoir dans les conditions normales, quoique leur protoplasma soit contractile. Sous l'influence d'une température élevée, de certaines substances chimiques, les lymphocytes peuvent bien changer de forme et de place, mais ces phénomènes ne doivent pas être considérés comme résultant de leur manifestation vitale[1]. HELLY (**1904**), tout en affirmant que les lymphocytes, les leucocytes éosinophiles et les neutrophiles, représentent trois espèces cellulaires distinctes, qui ne passent pas l'une dans l'autre, aboutit, à la suite de ses expériences sur des Lapins ayant reçu des cultures microbiennes, à la conclusion que les leucocytes granuleux arrivent les premiers à l'endroit lésé, et qu'ils y dégénèrent vite ; les lymphocytes ne viennent qu'ensuite et prennent part à la destruction des premiers. Voilà donc des lymphocytes exerçant une phagocytose active.

Il paraît, du reste, que les propriétés chimiotactiques ne manquent pas non plus aux lymphocytes. ALMKVIST (**1902**), en injectant des cultures diphtériques à des Lapins, constate que les éléments en question sont doués d'une grande motilité : celle-ci s'exerçant dans un sens déterminé, il en ressort que les lymphocytes sont doués d'un pouvoir chimiotactique.

METSCHNIKOFF (**1901**) n'admet pas non plus que les lymphocytes soient capables d'exercer des fonctions phagocytaires, mais, dans son interprétation, la distinction entre les lymphocytes et les mononucléaires s'efface d'une façon singulière. « Ce n'est que lorsqu'ils (lymphocytes) deviennent plus âgés, quand leur noyau unique et riche en chromatine s'entoure d'une couche volumineuse de protoplasma, que les lymphocytes deviennent capables d'englober et de résorber des corps étrangers. Ils portent alors le nom de mononucléaires. » Cette phrase n'indique-t-elle pas qu'un lymphocyte se transforme progressivement en un mononucléaire ?

[1] D'après les recherches de JOLLY (**1902**), les lymphocytes présenteraient des mouvements amiboïdes.

Enfin, un dernier caractère de différenciation, et des plus importants, est que les globules de la série myélogène renferment des granulations spécifiques, qui feraient complètement défaut dans les lymphocytes. « Si les leucocytes de la série myélogène renferment des granulations, dit LEVADITI (**1902**), tandis que les éléments lymphatiques en sont dépourvus, c'est que ces deux classes de globules blancs ne sont rien moins que profondément dissemblables. »

Or, à ce sujet également, il n'y a pas d'accord, même parmi les hématologistes qui admettent la pluralité des éléments leucocytaires. Je ne ferai que mentionner le travail de MEZINESCU (**1902**), qui croit voir des granulations neutrophiles dans les lymphocytes de tous les Mammifères. Il est juste de rappeler à ce sujet qu'EHRLICH décrivait également autrefois des granulations spécifiques dans le cytoplasma lymphocytaire, des granulations δ ; il a reconnu, dans la suite, qu'il ne s'agit pas dans le cas des lymphocytes de véritables inclusions, mais d'une structure particulière du cytoplasma.

Il est probable que ce que MEZINESCU croit être des granulations est simplement dû à des épaississements nodaux. Cependant, par l'emploi d'une technique très compliquée, MICHAELIS et WOLFF (**1902**), sont arrivés à démontrer la présence de granulations dans les lymphocytes. En colorant les préparations par l'Azurblau-éosine (méthode de Romanowsky modifiée), ces auteurs mettent en évidence des granulations violettes dans le corps bleu céleste des lymphocytes ; les mêmes granulations se dessinent dans le cytoplasma des mononucléaires. D'après WOLFF (**1904**), les granulations lymphocytaires (« Azurgranulation ») ont été longtemps méconnues, parce qu'elles se dissolvent dans l'eau : ces granulations seraient spécifiques au même titre que les granulations des leucocytes neutrophiles et celles des Mastzellen.

S'il en est ainsi, on ne comprend pas pour quelle raison il faudrait continuer à admettre une distinction profonde entre les éléments de la série myélogène et ceux de la série lymphogène. Les deux ordres d'éléments renferment des granulations et sont doués de mouve-

ments amiboïdes et de propriétés phagocytaires: les deux, comme on le constate chez les Ichthyopsidés, ont une origine commune: la morphologie de leur noyau et de leur cytoplasma n'offre aucun caractère distinctif précis : leurs affinités vis-à-vis des pigments colorants présentent des variations trop considérables (Ichthyopsidés), pour qu'il soit possible de les faire intervenir dans un diagnostic différentiel: ces affinités d'ailleurs sont souvent exactement les mêmes chez ces deux sortes d'éléments (Ichthyopsidés) qui sont alors rattachés les uns aux autres par une série continue de stades de transition.

La barrière que les hématologistes se sont efforcés d'élever entre les lymphocytes et les mononucléaires paraît être artificielle, et il est probable qu'elle va être bientôt battue en brèche, peut-être même par ses défenseurs actuels.

Voyons maintenant si la distinction entre les différentes espèces de leucocytes granuleux est plus solidement fondée que celle qui séparerait les lymphocytes des mononucléaires, et avant tout, quelle est la nature de ces éléments granulaires, dont les diverses affinités colorantes servent de base à la classification prétendue rationnelle des leucocytes.

La plupart des auteurs qui se sont occupés les premiers des granulations leucocytaires considéraient celles-ci comme des corpuscules graisseux (Virchow, Mosler, Ponfick). Pour Litten (**1892**), les grosses cellules granuleuses du sang leucémique sont les produits d'une dégénérescence graisseuse des globules blancs du sang. Bogdanoff (**1898**), croit également, qu'il y a des gouttelettes graisseuses dans les éosinophiles: ces gouttelettes peuvent coexister avec les granulations éosinophiles. L'auteur compare les granulations leucocytaires aux sphérules vitellines (« Dotterkügelchen ») du tractus intestinal de la larve d'Axolotl, qui auraient une affinité pour l'éosine et se décoloreraient difficilement, exactement comme les granulations éosinophiles.

Pour d'autres auteurs, les granulations leucocytaires sont des pro-

duits extra-cellulaires, englobés par la voie de la phagocytose. Ainsi pour MESNIL (1895), « dans un certain nombre de cas bien observés », les granulations éosinophiles proviennent de l'englobement par les phagocytes de matériaux, présentant déjà ou non la réaction acidophile. Ces matériaux seraient notamment des microbes, qui se transformeraient en granulations acidophiles, en passant par le stade amphophile. BANNWARTH (1891), après avoir établi que les granulations éosinophiles ont les mêmes réactions colorantes que l'hémoglobine, prétend qu'elles ne sont en somme que de l'hémoglobine, ou un dérivé de celle-ci. Une opinion analogue a déjà été émise par POUCHET (1900) qui rapprochait des éosinophiles d'Ehrlich les formes découvertes par SEMMER dans le sang du Cheval, et par lui-même dans celui du Triton.

Pour TETTENHAMER (1893), les granulations éosinophiles se formeraient aux dépens des noyaux dégénérés ; la manière dont SACHAROFF (1895) explique l'origine des granulations éosinophiles est un peu différente. Ce n'est plus la substance nucléaire de n'importe quelle cellule dégénérée qui est phagocytée par les éosinophiles : ce sont les noyaux des hématoblastes, ou plutôt les corpuscules nucléaires (" Kernkörperchen ") des hématoblastes, qui seraient expulsés du corpuscule sanguin rouge en train de se transformer en hématie : les corpuscules nucléaires, englobés par les leucocytes, se transformeraient dans le corps de ces derniers en granulations éosinophiles. Je n'insisterai pas sur tout ce que cette théorie présente d'invraisemblable : sa critique a d'ailleurs été faite par WOLFF (1900).

L'idée que les inclusions des leucocytes acidophiles pourraient être des grains hémoglobiniques revient souvent dans les travaux des auteurs, qui cherchent à préciser la nature de ces éléments. BARKER signale la présence du fer dans les granulations éosinophiles (analogie avec l'hémoglobine) ; à ce point de vue les formations en question diffèrent des granulations neutrophiles qui seraient composées, suivant POSNER (1893) et LILIENFELD (1895), de " eisenfreiem phosphorsaurem Nucleoalbumin." La parenté étroite entre l'hémo-

globine et la substance granuleuse des éosinophiles est soutenue par MARWEDEL (**1897**). PAPPENHEIM (**1898**) croit voir dans l'apparition des granulations oxyphiles une sorte d'hétéromorphose ou de régénération atavique de Hb : les granulations devraient être considérées comme des « formes de Hb rudimentaire. » L'absorption de l'Hb des érythrocytes dégénérés, et sa transformation en granula, ne seraient probablement pas le but final de l'existence des leucocytes acidophiles, mais le moyen d'accomplir certaines fonctions, encore inconnues. Dans le travail de WEIDENREICH (**1903**), nous voyons encore revenir l'idée que les granulations éosinophiles se forment aux dépens des hématies désagrégées, et même, pour cet auteur, ce ne sont pas seulement les leucocytes, qui se chargent des débris des hématies détruites : les cellules du tissu conjonctif exerceraient le même rôle phagocytaire et se transformeraient également en éosinophiles.

La méthode de la *coloration vitale*, inaugurée par EHRLICH, n'a pas apporté beaucoup de clarté relativement à la nature des granulations. GALEOTTI (**1894**) se sert du bleu de méthylène dans ses études sur la cellule vivante et il arrive à la conclusion, que celle-ci ne se colore jamais entièrement et que les parties qui fixent le colorant ne jouent aucun rôle dans le fonctionnement de la cellule et ne sont que des substances nutritives ou des produits de secrétion ; quant aux granulations leucocytaires, elles représentent simplement des précipités de matière colorante ou des débris cellulaires phagocytés. ARNOLD (**1899**), cependant, affirme que les granulations existent avant l'emploi de la substance colorante, par conséquent ne sont ni des précipités, ni des particules colorantes phagocytées.

En **1900** *b*, à la suite de ses expériences sur la coloration vitale par le rouge neutre et le bleu de méthylène, ARNOLD résume de la sorte son opinion : « die Granula weder Fällungs-Producte (Fischer), noch Quellungs-Producte (Flemming), sondern wichtige Structur-Bestandtheile der Zelle sind. » Telle n'est pas l'opinion de PLATO (**1900**) : les seuls éléments, fixant électivement le pigment dans la coloration

vitale, sont pour lui des particules phagocytées; quant aux granulations leucocytaires, leur coloration réussit très rarement, et l'auteur croit, en général, que la coloration vitale des produits d'échange et de ségrégation dans les leucocytes, ainsi que celle des particules intégrantes de la cellule, prenant part à son fonctionnement, est loin encore d'être démontrée.

La « coloration vitale » n'a donc pas précisé la nature intime des granulations, et elle n'a même pas résolu la question de savoir si ce sont des particules cellulaires vivantes ou mortes. Il est vrai, qu'il est toujours possible d'objecter, dans le cas de la coloration vitale, que les particules qui ont retenu le pigment colorant sont des éléments morts; mais seules des recherches ultérieures établiront, si c'est là du « scepticisme poussé trop loin », comme le prétend Arnold (**1900**).

Si on essayait de résumer les notions que nous possédons à l'heure actuelle sur la nature plus intime des granulations éosinophiles, on remarquerait que ces notions sont plutôt de nature négative, que positive. Il paraît, en effet, ressortir des indications fournies par la littérature, que les granulations éosinophiles ne sont pas de la graisse (car l'acide osmique ne les colore pas en noir), qu'elles ne sont pas des formations glycogéniques (car les solutions iodo-iodurées restent sans action sur elles), qu'elles ne renferment pas d'hémoglobine (car elles ne sont solubles ni dans l'eau, ni dans la glycérine[1]) : il paraît en outre, que ce ne sont pas des débris cellulaires, ni des noyaux phagocytés, ni des microbes englobés... La question devient plus difficile quand il s'agit de préciser, ce que sont les granulations et quel rôle elles sont destinées à jouer dans l'économie.

Dans la conception d'Ehrlich, les granulations leucocytaires sont des produits d'élaboration, résultant de l'activité sécrétoire spécifique du cytoplasma. Pour Levaditi (**1902**), un des défenseurs de la théorie d'Ehrlich en France, les granulations sont également à envisager.

[1] D'après Scarpatetti (**1891**), elles ne se dissolvent ni dans l'eau distillée, ni dans l'alcool, ni dans l'éther, même quand on les fait agir pendant plusieurs heures de suite.

comme des produits de ségrégation probablement destinés à être déversés au dehors.

Toute autre, cependant, est la conception d'ARNOLD. Dans ses premières recherches (**1899**) sur les granula leucocytaires, il hésite encore entre la théorie d'ALTMANN, qui considère les granulations comme des bioblastes, et celle d'EHRLICH : mais leur ordonnancement ainsi que leurs relations réciproques lui font supposer qu'au moins certaines d'entre elles sont des éléments de structure cellulaire, des plasmosomes. Dans ses travaux ultérieurs, il est plus affirmatif à ce point de vue : en injectant du fer, en solution ou non, sous la peau des Grenouilles (**1900***a*), il constate que les granula des leucocytes sidérofères ne sont ni des grains de fer englobés, ni des précipités cellulaires quelconques, mais des plasmosomes cellulaires, ayant résorbé du fer, avec lequel ils se sont combinés. En **1903**, le savant professeur d'Heidelberg affirme une fois de plus son opinion sur le rôle fonctionnel très important des granula leucocytaires : ceux-ci prendraient part à la transformation de la graisse, du fer, du pigment du sang et de celui de la bile, ainsi qu'à divers phénomènes de secrétion.

HESSE, élève d'ARNOLD (**1901**), partage la même opinion : les granulations constitueraient une partie intégrante de la structure cellulaire, et elles joueraient un rôle important dans la résorption, dans l'assimilation et dans la sécrétion.

Il serait trop long de rappeler les hypothèses de toutes sortes, qui ont été émises au sujet du rôle de la granulation éosinophile dans l'économie. Sert-elle à la formation d'alexines, donnant au sérum du sang ses facultés bactéricides, comme le prétendent KANTHACK et HARDY (**1892**) ? Serait-elle destinée à contrebalancer l'influence nocive de différents poisons, et à neutraliser dans l'économie les substances nuisibles au bon fonctionnement des organes (« antiphtère »), comme le soutient AUDIBERT (**1902**) ? Son existence est-elle d'une importance capitale dans la vie de l'organisme, ou serait-elle plutôt une formation disparate, dont l'absence n'aurait aucune influence

sur les fonctions de l'organisme[1] ? — Ce sont là autant de questions ouvertes, qui ne se prêtent même pas à une discussion sérieuse, vue notre faible connaissance de la nature plus intime des granulations leucocytaires.

Quoi qu'il en soit de l'origine, de la nature et du rôle des éléments granulaires, la notion de leur « spécificité » semble être définitivement établie en hématologie. Ce serait là le grand succès de la méthode analytique d'Ehrlich d'avoir démontré, qu'une espèce granulaire offre une « prédilection marquée et exclusive », non seulement vis-à-vis d'une seule couleur, ou d'un groupe restreint de matières colorantes, mais de toute une classe de pigments. Ainsi, la granulation éosinophile a une affinité particulière pour toutes les couleurs acides : la granulation basophile fixe avec élection tous les pigments basiques, et les réactions colorantes de ces formations « leur confèrent une marque particulière, *invariable*, propre à servir à leur classification, comme à leur définition. » (Levaditi, 1902).

Or, chez les Ichthyopsidés, autant que j'ai pu l'établir, la prétendue invariabilité des réactions colorantes des éléments granulaires ne peut guère être soutenue. On y observe, en effet, plus d'une fois des leucocytes granuleux qui fixent avec élection particulière les colorants acides, et qui présentent une affinité non moins grande pour les colorants basiques. Dans le tissu lymphoïde du testicule de la *Raja clavata* L., les leucocytes à énormes granulations acidophiles fixent l'orange du mélange triacide, et se colorent par l'éosine, quand on les traite par le bleu d'Unna-éosine ; mais les mêmes granulations fixent le Magenta (Magenta-Benda) et la safranine (safranine-vert lumière), qui sont des colorants nucléaires par excellence. On ne pourrait pas objecter que ce sont là des granulations amphophiles (que l'on sait fixer indifféremment les colorants acides et basiques), car, d'une part, leur électivité est très marquée vis-à-vis de certains mélanges colorants, et, d'autre part, elles res-

[1] Chez plusieurs Poissons (Perche, Goujon, Hippocampe, Congre, Plie, etc.), Mesnil (1895) n'a pas pu trouver des éosinophiles, malgré des recherches très minutieuses.

tent incolores, quand on leur applique un colorant basique seul (thionine, violet de gentiane), ce qui ne devrait pas avoir lieu, si c'étaient des granulations amphophiles. — Les leucocytes granuleux du rein du *Labrus bergylta* Asc. et du *Crenilabrus melops* Ris. se comportent d'une manière analogue on les voit fixer l'orange du mélange triacide, s'emparer de la même substance, quand on les traite par l'éosine-orange, bleu de toluidine, rester incolores dans des colorants basiques tels que le violet de gentiane, le dahlia, la thionine... et en même temps fixer électivement le rouge Magenta et la safranine.

Voilà donc des granulations, qui pourraient être considérées à juste titre comme électivement acidophiles tout aussi bien que comme électivement basophiles, et qui par cela même, non seulement ne trouvent pas de place dans les cadres de la classification d'Ehrlich, mais se trouvent en contradiction formelle avec celle-ci.

J'ai pu relever chez les Ichthyopsidés encore un fait qui vient à l'encontre de la théorie de la spécificité de types leucocytaires. On sait que l'argument le plus important de cette notion réside dans le fait qu'un même leucocyte ne contient jamais qu'une seule espèce de granulations. Suivant Ehrlich « un leucocyte donné ne renferme jamais, en plus de ses granulations propres, de formations granulaires caractérisant d'autres catégories de leucocytes... On n'a jamais trouvé dans un protoplasma leucocytaire deux espèces granulaires, caractéristiques pour une des grandes classes des globules blancs (éosinophiles et neutrophiles par exemple). » Levaditi (**1902**).

Or, certains éléments leucocytaires des Ichthyopsidés présentent, d'une manière indiscutable, deux espèces de granulations dans le même corps cellulaire. Le fait de la coexistence des granulations acidophiles et basophiles dans le même corps cellulaire a déjà été invoqué par certains auteurs. Ainsi, Coenen (**1901**) croit pouvoir expliquer par la coexistence des granulations acidophiles et basophiles la manière dont se comportent les leucocytes amphophiles vis-à-vis des colorants. Cet auteur ne veut pas admettre qu'une même

granulation puisse prendre la couleur acide et basique, et il l'explique par l'hypothèse que certaines cellules amphophiles renferment deux sortes de granulations, dont tantôt les unes, tantôt les autres se colorent, suivant qu'on emploie un pigment acide ou basique. Il ajoute cependant lui-même que la coexistence des deux sortes de granulations dans les leucocytes amphophiles n'a pu encore être démontrée.

Des granulations neutrophiles et même éosinophiles dans des Mastzellen isolées ont été observées par Engel dans un cas d'anémie pernicieuse. Arnold (1895) signale des granulations bleues (coloration : éosine-thionine) dans certains leucocytes éosinophiles de la moelle de la Grenouille : dans le même tissu du Lapin, certains leucocytes renfermeraient également quelques petits grains bleus.

Hirschfeld (1898) constate le même fait : dans les préparations de la moelle osseuse du Cobaye, traitées par le bleu de méthylène et l'éosine, on trouve simultanément des granulations rouges et bleues dans certains éléments leucocytaires. L'auteur croit, qu'il s'agit dans ce cas de stades évolutifs d'autant plus que ces cellules ne s'observent jamais dans le sang : les éosinophiles présenteraient des formes plus âgées, plus mûres : les basophiles seraient leurs prédécesseurs.

Bettman (1898), qui signale dans les vésicules de vésicatoires cantharidiens des granulations acidophiles et basophiles dans le même corps leucocytaire, ne considère cependant pas les cellules à deux sortes de granulations comme des formes jeunes ; elles sont plutôt, de l'avis de cet auteur, un produit de dégénérescence.

Grünwald (1899) n'admet pas non plus que l'âge de la cellule exerce une influence quelconque sur la colorabilité des granules, d'autant plus, que dans les cellules très vieilles, « in Zerfall begriffenen », coexistent des granulations éosinophiles et hypoéosinophiles.

Des leucocytes renfermant deux espèces de granulations sont encore signalés par Walgreen (1899) dans les cellules du pus, par Müller, par Fisch, et certains autres. Presque toujours ces constata-

tions ont été faites dans des cas pathologiques : Arnold (**1899**) signale, il est vrai, ces formations dans la moelle osseuse des Grenouilles non infectées, mais Grünberg (**1901**) déclare ne les avoir jamais vues dans la moelle osseuse des Grenouilles normales.

Le fait de la non-spécificité des cellules granuleuses se présente dans le rein lymphoïde de l'Esturgeon, que j'ai étudié à ce point de vue, avec une netteté tout à fait exceptionnelle. Ainsi, dans les coupes colorées par le Magenta et le vert lumière, on voit des granulations rouges et vertes dans la même cellule. Le mode de distribution de ces granulations est tellement variable qu'il défie toute description. Tantôt, entre les granulations rouges, on remarque quelques granulations vertes, ou ce sont les dernières qui prédominent, ou encore elles sont en nombre à peu près égal. Parfois, les granulations rouges occupent les deux pôles opposés de la cellule et les granulations vertes le centre ou *vice versa*. Dans la même cellule, toutes les granulations rouges et vertes peuvent être petites, ou on en voit des grosses et des petites côte à côte, tantôt serrées, tantôt tellement espacées qu'on peut parfaitement les compter. Elles sont le plus souvent arrondies, mais il y en a aussi en forme de bâtonnets courts. La nuance des granulations est aussi sujette à des variations, depuis le rose clair jusqu'au rouge très foncé, dans la même cellule ou dans les cellules voisines. Il en est de même pour la coloration verte des acidophiles. Dans les coupes, colorées au bleu d'Unna et à l'éosine, la non-spécificité des cellules granuleuses est non moins évidente, les granulations rouges et bleues se dessinant très nettement dans la même cellule.

J'ai pu constater également la présence des cellules renfermant deux sortes de granulations dans les amas lymphoïdes du cartilage céphalique chez l'Esturgeon.

Il est à noter, que, dans l'organe lymphoïde du cœur du même animal (où les leucocytes granuleux sont très nombreux), les formations en question semblent complètement manquer.

La non-spécificité des leucocytes granuleux du rein chez l'Esturgeon

mérite une attention particulière, parce que ce ne sont pas là des éléments isolés, rares, dont on ne pourrait parler qu'à titre d'exception, mais des cellules nombreuses, dont on compte plusieurs dans le champ du microscope, à un fort grossissement.

J'ai pu enfin observer plus d'une fois, dans un même globule blanc, des formations granulaires, qui, sans appartenir à des espèces distinctes, présentaient des affinités colorantes différentes : des granulations acidophiles ou basophiles, offrant des différences de nuances des granulations colorées et incolores côte à côte etc.

Dans les chapitres consacrés à chacune des localisations étudiées, j'insiste sur la manière différente dont se comportent les éléments leucocytaires granuleux, suivant le mode de la fixation et de la coloration. Je ne puis affirmer, chez les Ichthyopsidés, l'existence des formes de transition entre les diverses catégories de granula leucocytaires, ce qui serait d'après Levaditi « en contradiction absolue avec tous les faits observés » ; cependant, les granulations « intermédiaires » de certains éléments lymphoïdes de la *Raja clavata* (chap. VII), indiqueraient peut-être la possibilité d'une telle évolution.

Toutefois, en se basant sur les observations exposées ci-dessus, j'estime que les granulations leucocytaires n'offrent pas des caractères aussi stables et spécifiques qu'on le croit généralement, et qu'elles ne peuvent être envisagées comme le « meilleur criterium de différenciation et de classification » des leucocytes.

Je renvoie aux divers chapitres de ce mémoire pour certaines particularités concernant la morphologie de plusieurs types leucocytaires des Ichthyopsidés : leucocytes à noyau polymorphe, présentant souvent un cytoplasma homogène ; éosinophiles, fréquemment pourvus d'un noyau arrondi, unique etc. Comme on le verra dans la suite, le tissu lymphoïde des Ichthyopsidés que j'ai étudiés renferme toutes les formes leucocytaires actuellement connues, y compris les formes, pour ainsi dire, aberrantes. Le seul élément, que je n'ai

pas réussi à mettre avec certitude en évidence chez les Poissons, est la Mastzelle, qui a été signalée chez les Grenouilles et chez les Tritons. Plus d'une fois, chez certains Poissons, j'ai pu constater des leucocytes à grosses granulations basophiles (je rappelle à ce sujet, que RAWITZ (**1900**) et GRÜNBERG (**1901**) n'ont jamais constaté de tels éléments), mais ceux-ci n'offraient jamais de métachromasie assez nette.

Je ne puis non plus affirmer l'existence de Plasmazellen chez les mêmes animaux. D'ailleurs, il y a encore tant de lacunes, ou plutôt, il y a encore tant de contradictions dans nos connaissances sur la Plasmazelle, qu'il est difficile, malgré l'abondance de la littérature, d'en donner une définition exacte.

En **1875**, WALDEYER a proposé le terme de « Plasmazelle » pour désigner toutes les cellules granuleuses basophiles du tissu conjonctif lâche. EHRLICH (**1879**) a ensuite démontré que la plupart de ces cellules sont des Mastzellen, et UNNA, grâce à sa méthode de coloration spéciale, a indiqué comment on peut distinguer une cellule plasmatique d'une Mastzelle.

Au point de vue morphologique, UNNA décrit la Plasmazelle, comme présentant un noyau clair, un protoplasma foncé, finement granulé, se colorant uniquement par le bleu polychrome. Cependant MARSCHALKO (**1899**) ne croit pas que la coloration d'Unna soit un caractère distinctif des Plasmazellen, dont le cytoplasma, suivant lui, se laisse colorer par diverses méthodes. Pour cet auteur, d'ailleurs, la vraie Plasmazelle n'est pas identique aux éléments décrits par WALDEYER.

Aussi, on doit se demander, s'il y a des différences entre les cellules d'UNNA et celles de MARSCHALKO ? Pour PAPPENHEIM (**1901**) ce sont deux types identiques : SCHLESINGER (**1902**) croit également qu'il n'y a entre eux aucune démarcation précise. Mais KROMPECHER (**1898**) considère les cellules d'UNNA comme un produit de dégénérescence, et pour ALMKVIST ce seraient deux espèces cellulaires différentes, les cellules d'UNNA dérivant du tissu conjonctif, et celles de MARSCHALKO des leucocytes.

Ehrlich (**1904**) donne la description suivante de la Plasmazelle (au sens d'Unna) : c'est un élément plus ou moins volumineux, riche en protoplasma, de forme diverse : ronde, polyédrique, fusiforme, étoilée, etc. Dans une Plasmazelle bien développée, on distingue un granoplasma, un spongioplasma, un noyau et un nucléole ; le cytoplasma est « trüb, wie geschwollen, hat ein schmutzig-staubiges Aussehen » ; il est granuleux, mais pas dans le sens d'Ehrlich ni d'Altmann ; c'est du « amorphkörniges Granoplasma », en opposition au cytoplasma, renfermant des inclusions, qui serait « geformtkörnig ». Le noyau de cet élément est unique ou double, excentrique, ovalaire : il renferme 5-8 chromosomes, et un nucléole central : la disposition de la chromatine en « roue » serait caractéristique pour le noyau d'une Plasmazelle.

Pappenheim (**1902**), enfin, croit pouvoir ranger dans le même groupe de cellules plasmatiques : 1) les formations achromophiles, dépourvues de cytoplasma et ayant l'aspect des lymphocytes (Pseudoplasmazellen d'Hodara) ; 2) les jeunes Plasmazellen d'Enderlen et de Justi, rappelant exactement les lymphocytes, à bordure cytoplasmique plus ou moins large ; 3) les Plasmazellen mûres de Marschalko, à noyau central ou excentrique, et à cytoplasma bien développé ; 4) les Plasmazellen pathologiques de Krompecher, sans granoplasma développé ; et enfin 5) les Plasmazellen de Joannowicz, à noyau vésiculeux, et à corps cytoplasmique plus ou moins arrondi, chromophile.

Des discordances plus grandes encore règnent au sujet de la genèse des Plasmazellen et, à ce point de vue, on pourrait ranger les hématologistes en deux camps opposés, les uns étant partisans de « l'histiogenèse » (naissance aux dépens des cellules fixes) des éléments en question, les autres proclamant leur origine « hématogène. » Unna, qui voit dans la Plasmazelle un élément pathologique, se formant à la suite de l'hypertrophie et de l'hyperplasie de la peau irritée, est, naturellement, pour leur origine histiogène. Neisser, Jadasson sont défenseurs de la théorie hématogène et ils croient que la majorité

des Plasmazellen se forment aux dépens des lymphocytes, qui émigrent dans les tissus et y subissent une transformation correspondante.

Marschalko (**1899**) critique vivement la théorie d'Unna, qui fait dériver les Plasmazellen des cellules conjonctives hypertrophiées : pour lui, elles proviennent de petits mononucléaires, donc des lymphocytes ; une relation semble pourtant exister entre les Plasmazellen et les cellules conjonctives, pas dans le sens d'Unna toutefois, car il est probable que ce sont plutôt des Plasmazellen qui se transforment directement en cellules conjonctives. En somme, pour Marschalko, la Plasmazelle est une unité morphologique bien définie et nettement délimitée, présente, non seulement dans des cas pathologiques (comme le prétend Unna), mais aussi dans des conditions normales, dans les organes hématopoïétiques.

En général, les défenseurs de l'origine des Plasmazellen aux dépens d'éléments libres sont assez nombreux. D'après Krompecher (**1898**) elles représenteraient un stade intermédiaire entre une cellule conjonctive et un lymphocyte : la plupart de ces éléments dériveraient des lymphocytes ; d'autres, des leucocytes mononucléaires et polynucléaires.

Enderlen et Justi sont également d'avis que la cellule plasmatique dérive d'un lymphocyte, et que l'on observe tous les stades intermédiaires entre celle-ci et la cellule conjonctive. Schlesinger (**1902**) est encore plus affirmatif à ce point de vue : pour cet auteur, les cellules plasmatiques se comportent morphologiquement et génétiquement comme des lymphocytes, et, d'une manière générale : « Die Plasmazellen sind nichts weiter, als in der Form veränderte, grosse und kleine Lymphocyten. »

Pour Porcile (**1904**), elles dérivent des lymphocytes par suite d'un gonflement du cytoplasma ; Hoffmann (**1904**) est à peu près du même avis : la cellule plasmatique est, d'après lui, un lymphocyte, dont l'activité cellulaire serait considérablement augmentée. Le rapport génétique entre les Plasmazellen et les Mastzellen, cellules éosino-

philes, myélocytes et érythroblastes n'est pas encore connu, mais, suivant l'auteur, il est possible que tous ces éléments ne représentent que différents stades d'activité d'un lymphocyte, états d'activité, dont la Plasmazelle serait le stade ultime.

Cependant, ALMKVIST et JOANNOWICZ se prononcent pour l'« histiogénèse » des éléments en question. D'après LÉO EHRLICH (**1904**), la cellule plasmatique est une « einseitig hypertrophische Bindegewebszelle ». C'est là aussi l'opinion de PAPPENHEIM (**1902**), avec cette différence toutefois que la cellule plasmatique ne dérive pas directement d'une cellule conjonctive, mais que cette dernière peut engendrer dans certaines conditions des cellules du type leucocytaire, et que ce sont ces dernières seulement qui donnent des Plasmazellen. D'autre part, dans la conception de PAPPENHEIM, la Plasmazelle n'est pas une cellule leucocytaire, mais plutôt son équivalent pathologique : les cellules plasmatiques et les lymphocytes seraient des éléments isomorphes et isochromatiques, mais hétérogénétiques.

De l'ensemble des travaux sus-indiqués il semble ressortir qu'il n'existe en somme aucune différence fondamentale entre une Plasmazelle et un lymphocyte : tous deux ont probablement une origine commune : tous deux se comportent souvent de la même manière vis-à-vis des pigments colorants : tous deux enfin peuvent revêtir le même aspect morphologique : même le noyau « en roue » (Radkern), prétendu typique, de la Plasmazelle, n'offre pas de caractères assez précis : « der Radkern kein notwendiges Charakteristicum der Plasmazelle ist » (SCHLESINGER, **1902**), et souvent, de l'avis même de LÉO EHRLICH (**1904**), il ressemble exactement à celui d'un lymphocyte : « der Kern der letzeren (des lymphocytes) sich keineswegs von dem Kerne der Plasmazellen unterscheiden lässt. »

Il n'est pas étonnant que, dans ces conditions, il soit souvent difficile de se prononcer avec certitude, si l'élément, qu'on a sous les yeux, est une Plasmazelle, ou plutôt un lymphocyte, voire même un mononucléaire à noyau excentrique et à cytoplasma basophile, surtout quand il s'agit d'éléments normaux, et non pathologiques.

Dans les différents organes lymphoïdes des Poissons (organe lymphoïde du rein, celui de l'œsophage), j'ai vu des cellules leucocytaires à noyau excentrique, rappelant le « Radkern » des auteurs allemands, et à cytoplasme finement granulé (amorph-körnig); certains de ces éléments offraient un très faible développement du cytoplasma et devraient peut-être être considérés comme des jeunes Plasmazellen. La figure 27, qui représente un élément lymphocytaire du Protoptère, me semble se rapprocher d'une cellule plasmatique par son aspect et par l'affinité chromatique de son cytoplasma. Je me garderais, cependant, d'affirmer positivement l'existence des véritables Plasmazellen dans les organes lymphoïdes des Poissons. Si j'ai insisté un peu plus longuement sur cet élément, c'est parce que j'ai tenu à montrer qu'il ne représente pas non plus un type cellulaire spécifique, puisqu'il est relié aux autres éléments leucocytaires par des formes de transition.

J'estime, en général, que, si l'on veut être d'accord avec les faits observés, on doit absolument admettre la notion de nombreuses formes de transition entre les diverses catégories leucocytaires. La conception « pluraliste », d'après laquelle chaque sorte de globules blancs est une individualité à part, ne peut pas être soutenue, dès qu'on ne se borne plus à l'étude des leucocytes de l'Homme et de quelques animaux du laboratoire, mais que les examens s'étendent à une série de Vertébrés. Cette théorie, d'ailleurs, a déjà été ébranlée par les constatations faites par Ouskoff, Arnold, Hesse, Neumann, etc. L'étude des leucocytes chez les Ichthyopsidés me semble apporter des preuves nouvelles et nombreuses à l'appui de la thèse de l'unité du type leucocyte. Il serait difficile d'affirmer à l'heure actuelle que l'élément primordial aux dépens duquel se développent les autres formes de globules blancs est un lymphocyte; on ne saurait dire non plus quel est le cycle évolutif que parcourt une granulation, et quel est le terme ultime de sa différenciation. Il est possible encore que l'évolution d'un leucocyte ne se fasse pas toujours dans un sens déterminé, et que les différents types

leucocytaires ne présentent que de modalités variées d'un type unique, résultant de conditions physiologiques ou d'une adaptation particulière. Mais ce qui me semble hors de doute, c'est que la notion de la spécificité leucocytaire est purement artificielle, et que la classification de ces éléments, basée sur leur origine, ou sur leurs affinités chromatiques, tout en étant très utile au point de vue descriptif, ne peut être admise que sous les plus grandes réserves.

Il en est de la classification des leucocytes comme des classifications en général : en essayant d'établir dans la série des globules blancs des classes, ordres et sous-ordres, pour pouvoir appliquer à toute unité leucocytaire une étiquette à part, on a oublié que ces sections sont, en somme, artificielles, et que la séparation profonde entre un leucocyte donné et ses congénères existe plutôt dans l'esprit du classificateur, que dans la réalité.

Dans la description des éléments leucocytaires, entrant dans la constitution de différents organes lymphoïdes chez les Ichthyopsidés, je me suis servie de termes classiques, établis en hématologie : je parle donc des lymphocytes, des mononucléaires, des leucocytes acidophiles, basophiles, neutrophiles, etc. Mais j'indique toutes les fois les caractères morphologiques et les affinités tinctorielles de chaque type considéré, car, comme on le verra dans la suite, ils présentent une trop grande variabilité, pour qu'il soit possible d'en donner un diagnostic général. Et je crois, qu'à la base de la classification des leucocytes (si cette classification est jugée nécessaire), la notion de la variabilité extrême de la cellule leucocytaire doit être maintenue en principe.

II. — TISSU RÉTICULÉ

L'étude des différents types leucocytaires entrant dans la constitution des organes lymphoïdes m'amène à celle du reticulum, formant la charpente même de ces organes, reticulum, dans les mailles duquel les éléments leucocytaires sont inclus. Malgré les nombreux travaux dont le tissu réticulé a été l'objet, sa nature n'est pas encore

définitivement établie, et la discussion continue toujours sur la question de savoir, si le reticulum est constitué de fibres avec cellules juxtaposées, ou s'il n'est formé que de cellules anastomosées les unes avec les autres.

Les auteurs qui s'étaient les premiers occupés de la question s'accordaient à reconnaître que le tissu réticulé est un tissu cellulaire. Le nom même du « tissu réticulé » fut proposé par Kölliker, qui a signalé dans les ganglions lymphatiques un réseau, enfermant des éléments leucocytaires dans ses mailles, mais la description détaillée du tissu réticulé est due à Brücke (**1854**) : pour cet auteur, le réseau est constitué par des cellules, dont les prolongements s'anastomosent les uns avec les autres et forment ainsi un tissu lâche, poreux, une sorte d'éponge, se prêtant aisément au passage du chyle. La « porosité » serait un caractère physiologique très important du tissu réticulé, qui le distinguerait du tissu conjonctif fibrillaire.

Billroth (**1857**) décrit également la charpente des organes lymphoïdes comme formée de cellules étoilées, anastomosées les unes avec les autres et dont les points nodaux sont occupés par des noyaux. Telle est encore l'opinion de Leydig (**1857**), de Heidenhain, de Frey, de Schmidt, d'Eckard, etc.

Avec les travaux de Henle (**1859**) cependant, l'opinion qu'on s'est faite sur le tissu réticulé commence à changer. En étudiant l'anatomie des glandes fermées ou follicules, et des glandes lymphatiques, Henle décrit la « substance glandulaire, conglomérée » comme formée, non par des cellules anastomosées, mais par des fibres entrecroisées, infiltrées de cellules. Le réseau de la « substance conglomérée » serait dans toute son étendue dépourvu de noyaux, et c'est une illusion optique qui aurait fait considérer comme noyaux ce qui n'est qu'une coupe d'un faisceau, d'une fibre élastique ou d'un capillaire sanguin.

Cette conception est reprise par His (**1860**) et, dès lors, généralement admise. Par la méthode du pinceautage, His met en évidence la charpente du tissu lymphoïde, auquel il donne le nom de « tissu

adénoïde ». Dans tous les organes étudiés : ganglions lymphatiques, plaques de Peyer et follicules isolés, thymus, corpuscules de Malpighi, le parenchyme ganglionnaire se présente avec les mêmes caractères : un réseau très fin, formé par des cellules anastomosées. Les cellules ont un noyau ovale et un protoplasma très peu développé, donnant naissance à 4-8 prolongements ramifiés dichotomiquement et s'anastomosant entre eux et avec ceux des éléments voisins. La cellule avec ses prolongements peut être isolée par pinceautage. Mais à côté du réseau cellulaire, que l'on ne trouve d'ailleurs que dans les ganglions des animaux jeunes, il y en a un autre, dont les trabécules sont plus larges, et où les noyaux, ainsi que les corps cellulaires, manquent complètement. La nature fibrillaire de ce tissu serait indiscutable : à un certain moment de leur développement les cellules élaborent une substance élastique, ou une substance collagène : les corps cellulaires et les noyaux disparaissent chez les animaux adultes.

Cependant, Bizzozero (1876) dénie formellement la structure cellulaire du réseau, qu'il considère comme exclusivement formé par des fibrilles conjonctives : on y distingue bien des noyaux, mais ceux-ci appartiennent à des minces cellules étoilées ou fusiformes, étendues à la manière d'un voile sur les fibres, et que l'on peut détacher de celles-ci par secouage. Ranvier, peu de temps après, a apporté l'appui de sa haute autorité à cette conception : les traînées sont formées par des fibrilles, qui passent directement dans le tissu conjonctif ordinaire ; les noyaux ne sont pas situés dans l'intérieur des travées, mais leur sont adjacents : le pinceautage permet de les isoler.

Ainsi, pour ces auteurs, le réseau est uniquement fibrillaire et on peut le mettre en évidence en secouant ou en pinceautant les coupes. Les mêmes résultats sont obtenus par Hoyer (1889) avec la technique suivante : des coupes du ganglion mésentérique du chien sont soumises à la digestion artificielle par la trypsine, pendant 24 heures au moins : si on examine alors les coupes, on constate qu'elles sont

parcourues par un réseau fin, constitué de fibres entrecroisées, où il n'y a plus trace d'éléments cellulaires. L'indépendance des fibres et des cellules serait ainsi pleinement démontrée.

Mall (**1891**) se sert également de la méthode de digestion artificielle (pepsine, papaïne, pancréatine), mais, tout en affirmant la nature fibrillaire du réseau, il reconnaît qu'il y a une différence notable entre le tissu fibreux proprement dit et le tissu réticulé.

Aussi suggestives que puissent paraître les préparations du reticulum par digestion artificielle, il ne faut pas cependant y accorder une entière confiance. En examinant les figures de Mall et de Hoyer, on a souvent l'impression qu'il s'agit d'artifices de préparation. Il est fort probable, en effet, que ce sont là des produits de macération, comme le veut Saxer (**1896**) qui prétend même qu'il est difficile de « prendre au sérieux » les figures de Hoyer. Saxer ne parvient jamais à isoler un reticulum sans noyaux, si ce n'est sur des ganglions présentant des déformations cadavériques.

Les partisans de la théorie de la nature fibrillaire du reticulum sont cependant nombreux et comptent dans leurs rangs des histologistes de premier ordre, tel que Stöhr. Voici quel est, pour ce savant, le développement du tissu adénoïde (**1891**) : les leucocytes sortent des vaisseaux et en s'insinuant entre les fibrilles du tissu conjonctif sous-jacent le transforment en un réseau, dans les mailles duquel ils se logent : les fibres conjonctives écartées deviennent ainsi les trabécules du réseau, revêtues de cellules conjonctives aplaties. La transformation ou plutôt la désagrégation du tissu fibrillaire serait ainsi le point de départ du tissu réticulé, qui n'est en somme qu'une sorte de tissu fibrillaire : « das reticuläre Bindegewebe ist eine Abart des fibrillären Bindegewebes » (Stöhr, **1891** *a*).

Gulland (**1891**) arrive exactement à la même opinion dans son étude sur le développement du tissu adénoïde : les leucocytes du sang s'insinuent entre les fibres du tissu conjonctif et le transforment en un reticulum, dans les mailles duquel ils se logent.

En se basant sur les résultats obtenus par la méthode du pinceau-

tage et de la digestion artificielle par la pepsine, Hoehl (**1897**) affirme également que le réseau fibrillaire est indépendant des cellules ; les trabécules ne représentent en somme que de très fines fibrilles, réunies entre elles par une substance fondamentale, homogène. A l'exemple de son maître, Spalteholz, Hoehl a recours à la méthode de la double coloration (au sujet de laquelle il n'est pas très explicite d'ailleurs), et constate que les cellules se colorent d'une manière différente de celle des fibres qui semblent en émaner.

L'ensemble des travaux des auteurs précités amènent Disse (**1897**) à conclure que : « die Argumente für den Satz, dass das Reticulum kein Zellennetz, sondern ein Fasernetz ist, werden, wie man sieht, immer zahlreicher und gewichtiger. » (p. 20).

Néanmoins, nombreux sont les histologistes, qui se prononcent en faveur de la nature cellulaire du reticulum du tissu lymphoïde. Nous avons vu plus haut l'opinion de Saxer. Czermak (**1893**) décrit de la manière suivante la formation du reticulum : la partie superficielle du protoplasma cellulaire devient vacuolaire, s'étire et se modifie chimiquement; mais la portion entourant directement le noyau reste non modifiée et constitue une sorte de bourgeon, au dépens duquel s'effectue l'accroissement ultérieur du reticulum et la formation des nouvelles trabécules. Dans la suite du développement, les noyaux peuvent disparaître et les bourgeons se modifier complètement, devenir plats et adjacents au reticulum. Le processus de la formation de ce dernier est en somme analogue à celui de la formation du tissu conjonctif fibreux, du cartilage et du tissu osseux. Le rapport entre leucocytes et cellules du reticulum est le même que celui qui unit les cellules conjonctives, cartilagineuses et osseuses à leur substance fondamentale.

Plusieurs autres auteurs (de Bruyne, Laguesse, Prenant, Demoor...) sont également plutôt partisans de la nature cellulaire du reticulum du tissu lymphoïde.

Dans son beau mémoire sur le développement de la rate chez les Poissons, Laguesse (**1890**) donne des détails d'une clarté tout à fait

persuasive sur l'évolution du tissu réticulé : Le mésenchyme à cellules serrées met en réseau une partie de ses cellules, une autre partie restant contenue dans les mailles : les cellules du réseau d'abord très délicates, unies, « on dirait une sorte de plasmodie ajourée et réticulée », se différencient de plus en plus, deviennent plus largement unies, très irrégulières, étoilées, rameuses (cellules en araignée). Au fur et à mesure du développement, le noyau, qui remplissait presque complètement le corps cellulaire, s'atrophie, on ne le retrouve plus dans les points nodaux, et on arrive ainsi graduellement à un réseau définitif, sans apparence de cellules.

Demoor (1895), dans ses recherches sur la structure du tissu réticulé, étudie non plus le développement du reticulum, mais son état définitif, et il arrive à la conclusion que, quel que soit l'organe où on étudie le tissu réticulé, sa structure est toujours la même : il est constitué par l'anastomose des cellules, munies de prolongements. Ces éléments présentent, tant pour le noyau que pour le protoplasma, des caractères assez constants pour permettre dans la plupart des cas de les différencier des éléments renfermés dans les mailles. Pour éviter autant que possible des artifices de préparation, l'auteur ne se sert que de la méthode de secouage des coupes minces.

Dans le ganglion lymphatique, le reticulum est formé par une anastomose de cellules distinctes ; le système trabéculaire qui en résulte peut présenter à sa surface un revêtement de cellules endothéliales. Cette structure devient plus évidente à la suite de saignées répétées.

Si on examine le ganglion d'un animal jeune, on ne trouve pas de figures karyokinétiques, mais on voit en certains endroits plusieurs noyaux avec des étranglements. Or, ces noyaux se divisent directement, le protoplasma ne suit pas cette division, mais, par suite de la croissance ultérieure, il s'amincit et s'allonge, de sorte que les noyaux ne restent pas tassés. Une fois le développement du ganglion terminé, ces noyaux perdent la propriété de se multiplier par division directe : c'est alors qu'on les voit disparaître ou dégénérer.

Sous l'influence de certaines causes, par exemple, saignées, les noyaux entrent de nouveau en prolifération. La structure primitive du ganglion ne s'altère pas avec les progrès de l'âge, au point qu'on puisse la méconnaître.

A l'opinion de Demoor, il faut rattacher celle, plus ancienne déjà, de Ribbert (**1889**), qui pense que les noyaux font partie intégrante du réseau. Leur protoplasme est très mince et envoie des prolongements anastomosés. Les noyaux du réseau, petits, angulaires ou allongés, se distinguent nettement des noyaux des cellules endothéliales, tapissant les mailles, noyaux plus grands, plus colorés. Ce sont ces derniers seulement que Ranvier aurait décrits dans le reticulum.

Dominici (**1902**), dans sa monographie du ganglion lymphatique, décrit les trabécules du système caverneux, comme étant formées par des fibres élastiques anastomosées et par des fibres conjonctives, partant des parois vasculaires ou faisant suite à celles de la capsule et des septa. Les cellules endothéliales forment à la périphérie des trabécules un dallage disjoint.

Pour Retterer (**1901**), qui a des idées tout à fait originales sur le développement du tissu lymphoïde, l'évolution de la trame se fait de la manière suivante : primitivement le nodule lymphatique est constitué par un tissu cellulaire plein, à protoplasme commun, dans lequel les colorants permettent bientôt de différencier un reticulum chromophile et un hyaloplasma : ce dernier augmente d'importance et élargit ainsi les mailles du reticulum ; plus tard, il fond, et il ne reste plus qu'une trame réticulée à mailles vides. Cette trame réticulée n'est formée que de filaments chromophiles, et non point de fibrilles conjonctives.

Tout récemment, Laguesse (**1903**), dans son travail sur la substance fondamentale dans la capsule de la rate chez les Sélaciens, est arrivé à une conclusion qui n'infirme en rien sa conception plus ancienne (**1890**) sur le tissu réticulé, mais qui l'amplifie en quelque sorte et qui permet de concilier les diverses opinions émises sur la nature du reticulum. D'après cet auteur, les trois tissus de soutien :

conjonctif, cartilagineux et osseux, présentent ce caractère commun de renfermer une substance fondamentale, d'origine exoplasmique et de nature collagène ou précollagène ; la substance fondamentale se chondrifie secondairement dans le cartilage, elle se calcifie dans l'os. Quant au tissu conjonctif, elle s'y développe sous l'apparence précollagène amorphe, et peut rester telle autour des cellules, ou à leur surface, se continuant de l'une à l'autre en traînées, en larges lamelles, ou les séparant à la manière d'une couche de ciment interposé. Le plus souvent, cependant, cette substance fondamentale tend à se fibriller, sous l'influence de tractions : la fibre n'est qu'une partie de la substance en question, régulièrement fibrillée, arrivée à son summum de différenciation morphologique et chimique.

Ainsi, toute cellule conjonctive paraît avoir la propriété de former du précollagène, et le tissu réticulé, dans les organes où il est uniquement constitué de cellules anastomosées, n'a pas perdu non plus cette propriété fondamentale : elle est simplement atténuée, de sorte que, quand le besoin mécanique d'un soutien fibrillaire se fait sentir, les cellules du tissu réticulé embryonnaire se mettent à fabriquer des fibres. En somme, la forme originelle paraît être celle de cellules anastomosées : elle persiste là où cette légère charpente suffit ; dans le cas contraire, elle se renforce de précollagène, puis de fibres.

Weidenreich (**1902**) est arrivé à peu près à la même conclusion : les cellules du reticulum possèdent la faculté de différencier dans leur protoplasme de fines fibrilles « ohne aber von dieser Eigenschaft in allen Fällen Gebrauch zu machen ». La cellule jeune présente un noyau, entouré d'un protoplasma abondant : celui-ci s'étire et ses prolongements s'anastomosent avec ceux des cellules voisines ; ainsi se forme un réseau, dont les nœuds sont occupés par les noyaux, entourés du protoplasme non étiré : les mailles du réseau sont formées par les prolongements protoplasmiques. Quand la différenciation fibrillaire se produit, il y a lieu de distinguer deux cas : 1) la différenciation fibrillaire s'effectue dans toute la surface du pro-

toplasme : le noyau, entouré de fines fibrilles, occupe alors le centre; 2) le cytoplasma se condense en un point et différencie dans son intérieur de fines fibrilles : le noyau et le reste du cytoplasma non différencié deviennent alors excentriques et semblent être adjacents aux fibrilles. (Ceci expliquerait l'opinion précitée de BIZZOZERO, de RANVIER...)

Je reconnais volontiers, avec LAGUESSE, que le conflit qui divise les partisans de la nature fibrillaire ou de la nature cellulaire du reticulum de tissu adénoïde est plus apparent que réel, car, au moins à un certain moment de l'évolution, le tissu réticulé est indiscutablement formé de cellules anastomosées les unes avec les autres; cette interprétation ne peut être repoussée que par les auteurs qui ont étudié un matériel impropre à de telles recherches.

Au cours de mes investigations, j'ai pu me convaincre maintes fois de la nature cellulaire du reticulum des localisations lymphoïdes chez les Ichthyopsidés. Le procédé dont je me suis servie pour mettre en évidence la trame réticulée est celui du secouage des coupes. Cette méthode est un peu barbare, mais elle me semble détériorer moins les coupes que la méthode de la digestion artificielle, et elle réussit souvent mieux que le procédé du pinceau.

Les fragments de tissu à examiner sont fixés dans du Zenker iodé, ou, mieux encore, dans un fixateur imparfait : alcool à 70°, ou bichromate de potasse très faible. Au sortir de l'alcool, les pièces sont lavées dans de l'eau courante pendant au moins deux heures, puis plongées dans une solution de gomme arabique, où elles restent plusieurs jours. Après inclusion à la gomme, la pièce est collée sur un porte-objet, coagulée dans de l'alcool, et débitée en coupes, soit au microtome, soit à main levée. On reçoit les coupes dans de l'eau tiède, et on les secoue énergiquement pendant 15 à 30 minutes. Il s'agit d'éloigner autant que possible les éléments libres du reticulum qui masquent ce dernier et en empêchent l'examen. Enfin, on fait une coloration simple ou double de la coupe, et on l'examine au microscope.

Les pièces, dont je me suis surtout servie dans l'étude du tissu réticulé, sont : le rein du *Proteus anguineus* Laur. et l'œsophage des Sélaciens (*Galeus canis* Rond. en particulier). Ces deux organes, comme on le verra dans la suite, renferment des quantités très notables de tissu lymphoïde.

Dans une coupe du rein de Protée, traitée de la manière précitée, on met en évidence une trame réticulée, formée par des cellules anastomosées les unes avec les autres.

Le noyau des cellules anastomosées se distingue aisément de celui des éléments leucocytaires par sa forme allongée, par la distribution de la chromatine dans son intérieur ; le cytoplasma, tout en n'étant pas très abondant, existe presque toujours autour du noyau : des prolongements cytoplasmiques en émanent et vont s'anastomoser avec ceux des cellules voisines. Les prolongements cellulaires ne se colorent pas, ou se colorent faiblement quand on les traite par un des colorants réputés spécifiques des fibres conjonctives, tels que le mélange picro-fuchsique de Van Gieson ou l'hématoxyline de Mallory après mordançage par l'acide phosphomolybdique.

Le tissu lymphoïde, enfermé entre la tunique musculaire et la muqueuse de l'œsophage de *Galeus canis* Rond., présente également un réseau cellulaire très net, surtout dans des coupes colorées au triacide, après secouage préalable dans de l'eau tiède. Les éléments libres ne masquant plus la trame réticulée, on voit un réseau formé par de petites cellules triangulaires ou fusiformes. Leurs prolongements sont très fins, un peu ramifiés, et s'anastomosent avec ceux des cellules voisines, en formant une trame à mailles allongées, peu serrées. Les corps cellulaires du réseau sont assez peu développés, et parfois ils sont réduits à des prolongements. Le noyau se distingue aisément par sa structure de celui des éléments inclus dans les mailles.

Il n'est d'ailleurs pas nécessaire d'avoir recours à la méthode de secouage, pour mettre en évidence le réseau cellulaire. Il suffit de choisir dans la coupe un endroit favorable, où les leucocytes sont

moins denses, pour voir la trame réticulée s'y dessiner avec autant de netteté que dans les coupes secouées (fig. 8). Dans le rein du Protée, notamment, les zones périphériques offrent un reticulum manifeste sans traitement spécial : chez le *Galeus canis*, également, nombre de points de l'organe œsophagien présentent, sans secouage préalable, des conditions favorables pour l'examen du tissu réticulé[1].

Dans la description des différentes formations lymphoïdes des Ichthyopsidés, je mentionnerai toutes les fois la manière dont se présente leur trame réticulée, celle-ci persistant souvent à l'état cellulaire, mais pouvant aussi, dans certains cas, prendre le caractère d'un réseau fibrillaire. J'estime avec LAGUESSE (**1903**) qu' « il suffit de déterminer exactement pour chaque organe, où et dans quelle mesure les fibres viennent compliquer la trame. »

En terminant, je rappellerai que même les auteurs qui se disent adversaires résolus de la nature cellulaire du tissu réticulé admettent cependant que le reticulum présente certains caractères spéciaux qui diffèrent de ceux du tissu conjonctif fibreux proprement dit. Ainsi, pour ORTH (**1888**), les fibres du tissu réticulé ne gonflent pas dans l'acide acétique, comme les fibres conjonctives, et elles ne résistent pas aux alcalis dilués, pas plus que les éléments d'origine cellulaire.

MALL (**1891**), après avoir soumis à une étude comparative le tissu conjonctif et le tissu réticulé, arrive également à la conclusion qu'il y a des différences notables entre le tissu réticulé, le tissu fibreux blanc, et le tissu élastique jaune. Le tissu réticulé ne donne jamais de gélatine par coction, tandis que 0,1 gr. de tendon en donne déjà des quantités facilement décelables. Après avoir été traité par

[1] Le ganglion lymphatique de certains Mammifères présente même à l'état adulte un reticulum cellulaire, que l'on peut déceler sans avoir recours à aucun traitement spécial des coupes. Dans le ganglion lymphatique du *Didelphys lanigera* Desmarest, notamment, que j'ai eu occasion d'examiner (DRZEWINA, **1903** *a*), on voit un réseau cellulaire se dessiner avec une netteté remarquable, et la double coloration des coupes montre ici, que le corps cellulaire et les prolongements qui en émanent se sont colorés exactement de la même manière.

des acides dilués, le tendon se désagrège beaucoup plus facilement par ébullition que le reticulum. Dans HCl à $\frac{1}{2}$ 0/0, le tendon disparaît au bout d'une minute, le reticulum résiste jusqu'à 18 minutes. Les différences entre le tissu réticulé et le tissu fibreux sont très marquées, quand on traite ceux-ci par des alcalis : dans KOH, le tendon devient transparent, le reticulum reste longtemps sans changer d'aspect. Dissous à chaud dans de l'acide chlorhydrique, le tissu réticulé donne un résidu, quand on le traite par de l'acétate de plomb : le tissu fibreux n'en donne pas. Si au lieu d'acétate de plomb on prend de l'alcool, c'est l'inverse qui a lieu : on obtient un résidu avec du tissu fibreux, on n'en obtient pas avec du reticulum.

Enfin, les deux tissus se comportent différemment vis-à-vis les ferments digestifs. Ainsi, la pepsine détruit le tendon au bout de 5 minutes : il lui faut deux heures pour digérer le reticulum. La résistance des deux tissus est beaucoup plus accentuée envers la pancréatine ; cependant, si on s'aide de la chaleur, le tissu fibreux est complètement détruit au moment où le reticulum n'est pas encore atteint.

Ces différences sont trop marquées pour qu'il soit possible d'identifier le tissu réticulé, formant la charpente des organes lymphoïdes, avec le tissu conjonctif fibreux.

DEUXIÈME PARTIE

I. — REIN

Le premier chapitre de cette partie sera consacré au rein, en raison du développement considérable, et surtout de la constance, qu'y affecte le tissu lymphoïde. En effet, tandis que l'organe lymphoïde de l'œsophage semble être l'apanage exclusif des Sélaciens, et l'organe lymphoïde du cœur, celui des Ganoïdes, le rein de presque tous les Anamniens que j'ai eu l'occasion d'examiner renferme des éléments lymphoïdes, et la part que ceux-ci prennent à la constitution du rein est souvent non moins considérable que celle du tissu

glandulaire proprement dit. Dans certains cas, leur développement est tel, que les canalicules urinifères sont noyés dans leur masse ; parfois même, ils se substituent au tissu glandulaire, certaines régions du rein pouvant être constituées uniquement par du tissu lymphoïde, de sorte qu'on est en présence d'un organe adénoïde typique.

L'intrication de deux substances (que Stannius (**1846**) a signalée le premier dans le rein des Téléostéens et des Ganoïdes) est telle, que seul l'examen microscopique permet de les distinguer l'une de l'autre : à ce point de vue, il est impossible de confondre un rein de Poisson avec celui d'un Vertébré supérieur, car, chez ce dernier, le peu d'espace qui sépare les tubes contournés est entièrement occupé par des capillaires sanguins : « Il n'y a là, dit Renaut (**1899**), ni tissu conjonctif développable, ni vaisseaux lymphatiques [1] ».

Il n'en est plus de même dans le rein des Téléostéens : les canalicules urinifères y sont séparés par de larges traînées de tissu lymphoïde, et souvent une épaisse couche de même tissu forme une sorte de capsule enveloppant la totalité de l'organe.

Le caractère spécial du rein des Poissons a attiré depuis longtemps l'attention des histologistes. Pour Leydig (**1857**), le rein de certains Poissons osseux présente une particularité « die mir bis jetzt unverständlich geblieben ist. » Chez le *Salmo salvelinus*, notamment, la partie antérieure du rein ne renferme plus de canalicules urinifères, mais une substance conjonctive délicate, avec des vaisseaux sanguins et beaucoup de pigment, dérivant des globules rouges modifiés ; on y trouve surtout un nombre considérable de cellules rondes, qui rappelleraient les corpuscules lymphoïdes. Des observations ultérieures ont permis à Leydig de reconnaître que dans l'étendue du rein entier les canalicules urinifères sont logés dans une substance

[1] Stahr (**1900**) cependant, dans son travail sur l'appareil lymphoïde du rein, cite l'opinion de Rindowsky, pour lequel les espaces vides entourant les tubes contournés, espaces, que Ludwig considère comme des sinus (Spaltraumë), seraient des véritables vaisseaux lymphatiques, munis d'une paroi endothéliale. Quoi qu'il en soit, nous ne trouvons pas chez les Vertébrés supérieurs de tissu lymphoïde interposé aux canalicules urinifères.

semblable. L'auteur a étudié à ce point de vue le rein du *Leuciscus*, du *Cottus gobio* et de l'*Esox lucius*.

Un point sur lequel on ne saurait trop insister est qu'il ne s'agit pas pour le rein d'une infiltration leucocytaire autour des tubes secrétants, infiltration, qui par son abondance donnerait l'aspect d'un tissu adénoïde ; en effet, un traitement approprié de la coupe permet de mettre en évidence un tissu réticulé des plus typiques, qui ne laisse subsister aucun doute sur la nature véritable du tissu intertubulaire.

L'origine du tissu lymphoïde rénal, ainsi que ses rapports génétiques et morphologiques avec les autres parties du rein, ont été l'objet des études d'Emery et de Ziegler, dont les opinions, d'ailleurs, ne sont pas concordantes. Pour Emery (**1882**), chez de très jeunes embryons de *Belone acus* et de *Zoarces viviparus*, l'appareil rénal est constitué exclusivement par deux conduits segmentaires, qui deviennent des uretères chez l'adulte ; leur extrémité antérieure se termine par une capsule qui renferme le glomérule unique et gigantesque du rein céphalique. Tout le long de leur parcours les conduits rénaux sont en contact intime avec les veines cardinales. Dans la région du tronc, il est facile de reconnaître entre l'aorte et la veine cardinale une masse de cellules se colorant fortement par le carmin, et à laquelle Emery donne le nom de *blastème cellulaire du rein*. Ce dernier serait une masse de cellules dérivées de l'épithélium péritonéal, dont plus tard elles se détachent pour se placer au-devant de l'aorte et en arrière de la veine cardinale et des conduits rénaux. Au dépens de ce blastème, qui se prolonge très loin en avant, jusqu'au rein céphalique, se forment les canalicules urinifères : mais toute la masse du blastème n'est pas utilisée pour cette formation : une partie demeure sans changement au milieu de tubes complètement formés : ce serait la substance lymphatique du rein, qui aurait ainsi une origine épithéliale.

Cette conception d'Emery est vivement combattue par Ziegler (**1887**). Pour cet auteur, le mésoderme se divise en : 1) « Seitenplatten »

(épithélium pleuropéritonéal et génital); 2) « Muskelplatten » et 3) « Bildungsgewebe » (tissu formatif). Ce dernier fournit les vaisseaux, les globules sanguins, les organes lymphoïdes, le tissu conjonctif, les os, le cartilage, le tissu musculaire lisse et peut-être aussi une partie des muscles striés (c'est en somme du mésenchyme dans le sens de HERTWIG). Or, c'est le tissu formatif qui va donner naissance au tissu lymphatique du rein ainsi qu'au rein primitif, et non pas le blastème cellulaire, qui, comme on l'a vu, correspond à l'épithélium pleuropéritonéal.

Tout récemment, enfin, dans une note relative au développement du rein et de la glande de Leydig chez les Elasmobranches, BORCEA (**1904**) considère les îlots de tissu lymphoïde, qui existent entre les segments du rein chez la *Squatina* et l'*Acanthias*, comme « la persistance du reste de la vésicule moyenne formant un blastème embryonnaire ». Si je comprends bien l'auteur, le tissu lymphoïde se formerait au dépens d'une partie du blastème qui n'est pas utilisée pour la formation du rein, et son opinion concorderait alors exactement avec celle d'EMERY.

Sans me prononcer pour l'une ou pour l'autre de ces opinions, j'exposerai la structure histologique du tissu en question chez les Poissons et Amphibiens que j'ai eus, en assez grand nombre, à ma disposition.

Ammocoetes branchialis L. — Le rein de l'Ammocète a été l'objet des études d'ASCOLI (**1898**) : celui-ci se base sur la présence de mitoses dans le tissu intertubulaire, pour en conclure au rôle leucopoïétique de cet organe.

Sur une coupe transversale du corps de ce Poisson (fig. I), les reins dessinent une sorte de fer à cheval, dont les deux branches latérales représentent l'organe glandulaire proprement dit, tandis que la large portion invaginée (dorsale) est presque uniquement constituée par du tissu graisseux (*t. a.*) Les canalicules urinifères sont noyés dans du tissu lymphoïde, dont le développement est fort con-

sidérable et dont la distribution est assez irrégulière : les tubes urinifères peuvent, en effet, être au contact immédiat les uns des autres, ou, au contraire, être séparés par des traînées plus ou moins larges de cellules lymphoïdes.

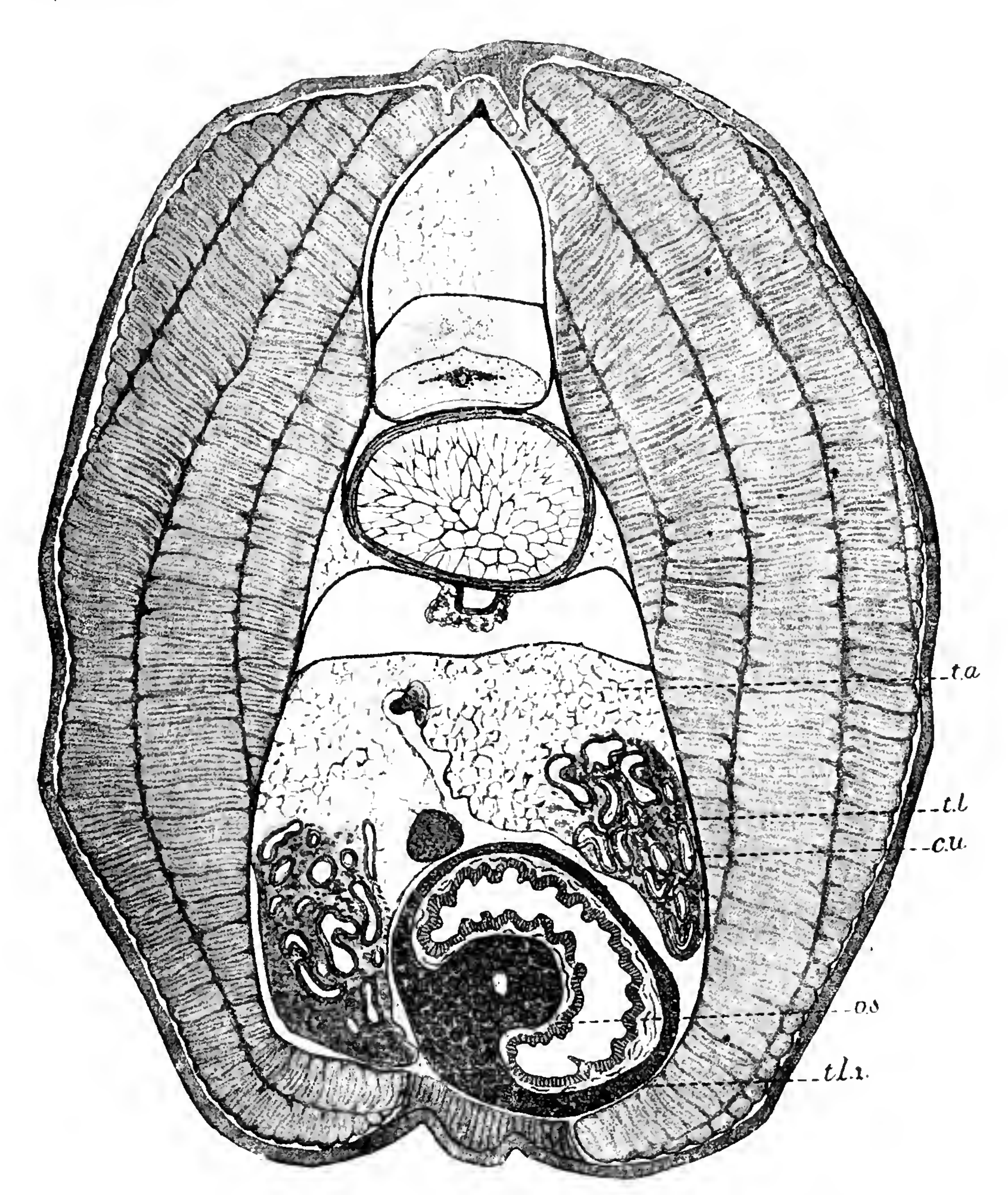


Fig. I. — Coupe totale de l'*Ammocoetes branchialis* L. — *c. u*, canalicules urinifères ; *t. l*, tissu lymphoïde intercanaliculaire ; *t. a*, tissu adipeux ; *t. l.* tissu lymphoïde (caverneux) de la paroi intestinale et de la valvule spirale *v. s*.

Les éléments, interposés aux canalicules, appartiennent pour la plupart à la catégorie des petits lymphocytes, à cytoplasma extrê-

mement réduit. Mais, on y observe également des éléments, qui diffèrent des précédents par l'existence d'une bordure de cytoplasma acidophile : enfin, je mentionnerai des cellules à noyau plus volumineux, parfois incurvé, assimilables à des mononucléaires, étant donné le développement de leur cytoplasma. D'ailleurs, il n'y a aucune démarcation précise entre ces trois sortes de cellules, et même, il existe des formes de passage entre les leucocytes mononucléaires et les hématies ; mais c'est là un point sur lequel je ne veux pas insister ici, renvoyant à la 3e partie pour plus de détails.

Petromyzon fluviatilis L. — Le tissu lymphoïde du rein de la Lamproie est presque complètement atrophié, comme Ascoli (**1898**) l'a déjà remarqué. On notera, à ce propos, que le tissu lymphoïde si développé dans la valvule spirale (fig. 1) et le rein de la larve se réduit à des traces insignifiantes chez l'animal adulte.

Les îlots de tissu lymphoïde qui existent chez certains Sélaciens entre les segments du rein ont déjà attiré l'attention de plusieurs auteurs. Semper (**1875**) les considère comme des glomérules de Malpighi : mais Meyer (**1875**) a reconnu leur vraie nature et les a décrits sous le nom d'organes lymphoïdes « lymphdrüsenartiges Organ ». Ce sont les mêmes formations que Schneider (**1897**) décrit chez la *Squatina angelus* sous le nom d'organes phagocytaires. D'après cet auteur, les conduits segmentaires, partant des néphrostomes, s'élargissent en des entonnoirs (Innentrichter), que l'on voit pénétrer dans des espaces remplis de phagocytes et de leucocytes. Les leucocytes des espaces intersegmentaires du rein proviendraient de la cavité générale du corps et s'introduiraient au point où on les observe par la voie des conduits segmentaires. Sur une *Squatina angelus*, sacrifiée quelques jours après l'injection, Schneider a retrouvé celle-ci accumulée, non pas dans l'épithélium urinifère, comme il l'avait supposé *a priori*, mais dans les amas leucocytaires, entourant les « Innentrichter ». Vue la phagocytose active qui s'exerce ainsi dans ces organes, Schneider leur donne le nom d' « organes phagocytaires », et il les interprète de la

manière suivante : les organes phagocytaires, au sens le plus large, sont des centres, où la phagocytose est exercée par des cellules, provenant d'autres régions anatomiques ; dans un sens plus étroit, on peut appeler organe phagocytaire tout organe, dont certaines cellules, autochtones, exercent le rôle de phagocytes : les ganglions lymphatiques et les autres organes lymphatiques peuvent être également considérés comme des organes phagocytaires, mais une différence capitale existe entre ces deux sortes de formations : les ganglions et les organes lymphatiques sont le lieu d'origine des phagocytes migrateurs ou leucocytes ; au contraire, les organes phagocytaires ne renferment que des éléments immigrés. Donc, pour SCHNEIDER, les îlots de tissu lymphoïde du rein de *Squatina angelus* sont des organes phagocytaires, et non pas des organes lymphoïdes, car ils ne sont pas un lieu de formation pour les leucocytes.

Cette opinion est difficilement soutenable, car le tissu lymphoïde du rein des Sélaciens est vraisemblablement comparable à la formation, qui, chez les Téléostéens et les Urodèles, représente un centre important, sinon d'hémopoïèse, tout au moins de leucopoïèse, ainsi que l'attestent certains faits expérimentaux.

En étudiant le système veineux du *Scyllium*, du *Galeus canis*, de l'*Acanthias vulgaris* et de la *Squatina angelus*, VIALLETON (**1902**) a constaté que certaines veines de ces animaux remplissent le double rôle de voies sanguines et de voies lymphatiques. Les veines du rein offrent notamment le caractère lymphatique nettement prononcé : elles ont une paroi d'une extrême minceur, ne possèdent pas de fibres musculaires, de sorte que, sur les coupes, on dirait de simples lacunes, limitées par un endothélium. Ces vaisseaux, dont les caractères histologiques se rapprochent absolument de ceux de capillaires lymphatiques, sont pour la plupart en rapport avec des amas lymphoïdes de divers ordres : 1) avec les amas leucocytaires qui se répètent segmentairement et qui, sur les coupes, se montrent entourés ou pénétrés par des lacunes (ce sont là les corps lymphoïdes

de Meyer et les organes phagocytaires de Schneider; 2) avec des masses leucocytaires très variables, qui existent soit dans le rein, soit autour des organes adjacents à la face dorsale de ces derniers. Dans la conception très vraisemblable de Vialleton (quoique il ne l'appuie par aucun argument positif), les amas leucocytaires du rein des Squales seraient autant de centres lymphoïdes, et les veines, qui sont en rapport avec les formations en question, et reçoivent les leucocytes, issus de ces centres lymphoïdes, pour les emporter dans le courant sanguin, pourraient être considérées comme leurs voies efférentes.

L'examen du rein des Sélaciens fait ressortir que le tissu lymphoïde intercanaliculaire est réduit chez la plupart de ceux-ci à des traces insignifiantes. A ce qu'il paraît, des masses lymphoïdes plus importantes (« amas phagocytaires ») n'existent que chez la *Squatina angelus* et l'*Acanthias vulgaris*. Dans le rein de plusieurs autres Sélaciens adultes que j'ai pu examiner (*Mustelus vulgaris* Müll. et Henle, *Scyllium catulus* Cuv., *Torpedo marmorata* Risso, *Raja clavata* L.....), on ne trouve entre les canalicules rénaux que des leucocytes isolés ou de petits groupes de leucocytes, appartenant à des espèces variées. L'infiltration leucocytaire est surtout abondante chez la Torpille. Les vaisseaux irriguant le rein renferment une proportion notable de globules blancs.

L'appareil rénal des Ganoïdes chondrostéens s'étend de la base du crâne jusqu'au cloaque; il est recouvert par une lame péritonéale fortement pigmentée. On y peut distinguer une région antérieure dilatée, une région moyenne étroite et élargie, et une région postérieure, d'abord très large, mais qui va, ensuite, en se rétrécissant; les deux reins se soudent dans cette région le long de la ligne médiane, ainsi que sur une petite partie de leur région antérieure (Perrier, **1903**).

La présence du tissu lymphoïde dans le rein des Ganoïdes a été signalée déjà par les anatomistes anciens (Stannius). Pour

Balfour (1882), la partie antérieure, dilatée du rein de l'Esturgeon, connue sous le nom de rein céphalique, ne contient pas d'éléments rénaux, mais un tissu lymphoïde, de sorte que le pronéphros semble manquer chez cet animal. Yungersen (1893), dans son étude sur le rein embryonnaire de l'Esturgeon, décrit la structure anatomique du pronéphros et du rein primitif, mais il ne donne aucun détail sur le tissu lymphoïde.

L'étude de la structure histologique du tissu lymphoïde du rein de l'*Acipenser sturio* L., de l'*Acipenser ruthenus* L. et de l'*Acipenser Güldenstädtii* Brandt, m'a fourni les résultats suivants :

Acipenser sturio L. — Le développement du tissu lymphoïde dans le rein de l'Esturgeon est des plus considérable. Si on examine les coupes prélevées sur la portion antérieure du rein, on se trouve en présence d'un tissu adénoïde typique, où les canalicules rénaux semblent complètement manquer. Les éléments lymphoïdes, inclus dans les mailles d'un réseau, qui est parcouru de place en place par de fortes fibres conjonctives, se rapportent à plusieurs types leucocytaires, et c'est peut-être dans le tissu lymphoïde du rein de l'Esturgeon, que la variabilité extrême des leucocytes s'accuse de la manière la plus manifeste. Sur une coupe de rein, fixée au liquide de Lindsay, et colorée à la safranine-vert lumière, on voit des éléments leucocytaires de plusieurs types :

1) Lymphocytes à noyau arrondi, central, et mince bordure cytoplasmique, franchement acidophile.

2) Leucocytes à cytoplasma homogène, acidophile, peu développé, et à noyau incurvé en bissac : la structure nucléaire est très nette, la cellule a indiscutablement le caractère d'un élément jeune ; le type en question est assez fréquent, et on le voit toujours présenter le même aspect. Par la forme incurvée du noyau et par le développement du cytoplasma, ces cellules diffèrent des lymphocytes ; mais on ne peut non plus les considérer comme des mononucléaires, vu que ceux-ci, dans la même préparation, ont un cytoplasma plus développé et un noyau différent.

3) Leucocytes à cytoplasma peu développé, homogène, acidophile et à petit noyau excentrique (fig. 23).

4) Des cellules à cytoplasma toujours peu développé, homogène, acidophile, présentant tantôt un noyau bourgeonnant, tantôt deux noyaux, dont l'un, plus petit, peut encore être réuni à son générateur par un filament mince; parfois on a dans une cellule de ce type deux noyaux, intimement appliqués l'un contre l'autre, suivant l'axe longitudinal, parfois encore les deux noyaux sont séparés, et occupent dans le corps cellulaire des positions réciproques variables [1].

Si on compare entre eux les leucocytes des types 2, 3 et 4, on arrive à la conclusion que c'est là une même cellule vue à différentes phases de son évolution. Ce qu'ils ont de commun, c'est un cytoplasma homogène, acidophile, peu développé ; le noyau, cependant, est très variable au point de vue morphologique. Depuis une cellule à petit noyau excentrique, à structure nucléaire bien nette, tordu ou incurvé, ou encore émettant une sorte de bourgeon, on trouve tous les stades intermédiaires jusqu'à une cellule à 2-3 noyaux isolés, entre lesquels il n'est plus possible de voir de filaments unissants. Or, les différentes phases de la fragmentation du noyau me semblent être, dans le cas étudié, en rapport avec la division directe d'autant plus qu'il n'est pas rare de voir le cytoplasma cellulaire plus ou moins étranglé (Drzewina, **1904** *b*). Il arrive qu'on voit côte à côte plusieurs leucocytes appartenant à ce type, et alors on a l'impression d'avoir sous les yeux les divers stades évolutifs d'un même élément.

5) Mononucléaires, qui se présentent avec leurs caractères habituels : noyau central, arrondi, corps protoplasmique bien développé tout autour du noyau : le cytoplasma est homogène, mais ici encore il a une affinité nettement prononcée pour les colorants acides.

[1] Je rappellerai à ce sujet, que, dans certaines cellules conjonctives, Loewenthal (**1904**) a vu un mode spécial de division amitotique, où celle-ci s'opérerait suivant l'axe longitudinal du noyau, de sorte que les deux noyaux filles « breit aneinander liegen ».

6) La grande majorité des leucocytes cependant est représentée par des cellules granuleuses que l'on peut répartir en deux groupes : cellules à granulations basophiles et cellules à granulations acidophiles. Dans les coupes, colorées par le rouge Magenta et le Benda, ou par la safranine et le vert lumière, les granulations de certaines de ces cellules se colorent avec élection par le colorant acide, d'autres par le colorant basique. Ce sont tantôt, s'il s'agit d'une cellule basophile (fig. 22), de grosses sphérules rouges, bourrant le corps cellulaire de telle sorte qu'elles peuvent masquer complètement le noyau, tantôt quelques granulations espacées, plus ou moins grandes, se dessinant nettement sur le fond verdâtre du protoplasma. Quant aux granulations acidophiles (fig. 21), elles sont en général plus petites, quoique ici on observe également des variations de volume ainsi que des différences dans la quantité des granulations renfermées dans un même élément. L'irrégularité de la répartition des granulations est souvent frappante : ainsi, telle cellule basophile, allongée, à noyau excentrique, présente d'un côté de l'axe longitudinal de la cellule des granulations très serrées, tandis que de l'autre côté des granulations, plus volumineuses, sont largement espacées ; enfin la partie centrale est occupée par du cytoplasma homogène, nettement vert. La forme des cellules à granulations acidophiles est assez variable : plus ou moins arrondie, polygonale, ou encore allongée ; dans le dernier cas, le noyau est appliqué contre l'une des faces.

Mais à côté de ces cellules basophiles ou acidophiles, dont la spécificité est nettement prononcée, on observe des cellules granuleuses très nombreuses, qu'il est impossible de faire rentrer dans les cadres de la classification d'Ehrlich. Ce sont notamment des éléments présentant côte à côte, dans la même cellule, des granulations de deux sortes : acidophiles et basophiles.

Dans le chapitre relatif aux leucocytes en général, j'ai insisté sur le caractère particulier que présentent ces cellules, qui renferment des granulations de deux sortes. Comme je l'ai dit, la non-spécificité des

cellules granuleuses offre dans le rein lymphoïde de l'Esturgeon une netteté tout à fait exceptionnelle : mais, faute d'un matériel suffisant, il m'est difficile de décider si ces cellules représentent un élément constant dans le rein de l'Esturgeon.

En tout cas, je crois pouvoir affirmer qu'il est impossible d'imputer à une technique défectueuse les réactions chromatiques différentes de ces granulations. Les nombreuses préparations que j'ai faites sont absolument concordantes à ce point de vue : la double coloration par le rouge Magenta et le Benda (fig. 20), par la safranine et le vert lumière, par le bleu d'Unna et l'éosine (fig. 19), établissent invariablement la coexistence de granulations acidophiles et basophiles dans un même élément.

Les variations de coloration, de volume et de répartition des granula renfermés dans le même corps cellulaire méritent une attention spéciale non seulement parce qu'elles constituent un argument sérieux contre la théorie de la spécificité des leucocytes, mais aussi parce qu'il serait peut-être possible d'utiliser ces faits en vue d'une hypothèse sur la genèse des cellules granuleuses du tissu lymphoïde du rein. En effet, la richesse de cet organe en éléments granuleux, les aspects si variables que ceux-ci affectent, et qui paraissent correspondre à des stades évolutifs successifs, pourraient être interprétés, peut-être, dans ce sens, que les cellules granuleuses prennent naissance dans le tissu lymphoïde même du rein, et qu'elles y parcourent un certain cycle évolutif.

Il serait très intéressant de faire des études sur les leucocytes du sang de l'Esturgeon, pour voir, si dans la circulation on trouve également des éléments à granulations des deux sortes. S'il n'en était pas ainsi, cela prouverait que les leucocytes granuleux achèvent leur évolution dans l'organe lymphoïde du rein, et que le sang ne présente que des éléments définitivement différenciés. Relativement à ce sujet, je ne connais que le mémoire de Rawitz (**1900**), qui, dans le sang d'un Ganoïde qui n'est pas l'*Acipenser sturio*, mais qui en est assez rapproché, l'*Acipenser ruthenus*, notamment, a constaté

l'existence de cellules à granulations, fixant l'éosine du mélange hématéine-éosine. L'auteur, cependant, ne considère pas ces dernières comme des granulations acidophiles : « mit den eosinophilen Granulationen Ehrlichs haben diese Bildungen nichts zu thun », car, dit-il, les granulations α d'Ehrlich ne se colorent pas dans l'hématéine-éosine. Je ne sais où l'auteur a puisé cet argument, car, d'après les données classiques, on appelle acidophile toute granulation leucocytaire qui offre une affinité élective vis-à-vis des principes colorants acides : donc, non seulement les granulations qui prennent l'éosine, quand on les traite par le mélange C. (Ehrlich's C Mischung), comme Rawitz semble le croire, mais toutes celles qui se colorent électivement par n'importe quel colorant acide sont des acidophiles. Si donc les leucocytes granuleux du Sterlet ont pris l'éosine dans les préparations de Rawitz, je ne vois pas bien pourquoi ce dernier se refuse à admettre leur éosinophilie. Quoi qu'il en soit, Rawitz n'a pas vu de leucocytes à granulations mixtes dans le sang du Sterlet. Il n'y a pas constaté non plus de cellules à granulations basophiles, comme dans le sang d'autres Poissons d'ailleurs : « Ob basophile Granulationen bei Fischen überhaupt vorkommen, können daher erst spätere, hoffentlich erfolgreichere Untersuchungen lehren. » (p. 157.)

Sur des préparations de rein d'Esturgeon, fixées au Lindsay et colorées par le bleu d'Unna, on s'aperçoit que l'acidophilie des éléments à cytoplasma homogène, dont j'ai parlé plus haut, est un fait constant. En effet, sur les coupes traitées par le bleu polychrome seul, les cellules, qui, dans la coloration double, fixent le pigment acide, tantôt restent incolores, tantôt se teignent en vert pâle : du même coup on met en évidence, que les éléments à granulations basophiles ne sont pas de Mastzellen, car ils ne présentent pas la métachromasie caractéristique : ils se colorent en un bleu franc, et c'est tout au plus, s'ils présentent un léger virage vers le rouge. Les cellules à granulations acidophiles restent incolores ou prennent une coloration verdâtre dans les préparations, colorées par le bleu d'Unna seul. Quant aux éléments, qui renferment à la fois des granulations

acidophiles et basophiles, ils se comportent vis-à-vis du bleu d'Unna d'une manière facile à prévoir : on y voit juxtaposées des formations bleues, verdâtres et incolores.

Enfin, je mentionnerai un dernier type leucocytaire du rein de l'Esturgeon, assez rare, il est vrai, rappelant beaucoup les « Plasmazellen ». Ce sont des cellules à gros noyaux, munis de plusieurs karyosomes, disposés en forme de roue, de sorte que l'ensemble rappelle exactement le « Radkern » caractéristique des cellules plasmatiques. Le cytoplasma peut faire défaut autour de ces noyaux en roue, mais souvent il se développe excentriquement, sous l'aspect d'une masse réticulée, basophile, granulée, sans toutefois renfermer de véritables granulations (« amorph-körnig »).

Acipenser Güldenstädtii Brandt. — Dans le rein de ce Ganoïde, le tissu lymphoïde, développé dans des proportions assez considérables, forme une capsule épaisse à la périphérie de l'organe. Il est irrigué par de nombreux vaisseaux, dont la richesse en éléments leucocytaires par rapport aux hématies est tout à fait caractéristique. Il n'est pas rare de voir des leucocytes engagés dans la paroi vasculaire.

Ce tissu lymphoïde comprend des types leucocytaires variés. Ce sont, en premier lieu, des lymphocytes de taille variable (4-7 μ), entourés d'une faible bordure de cytoplasma acidophile. En colorant la coupe par l'éosine-orange, bleu de toluidine, on met en évidence un vrai nucléole acidophile dans le noyau lymphocytaire. Les mononucléaires ont un gros noyau central (parfois excentrique), et un corps protoplasmique régulièrement développé tout autour (12 μ). L'affinité colorante du cytoplasma de ces mononucléaires n'est pas nettement prononcée. Sous l'influence de l'éosine-orange, bleu de toluidine, il se colore en bleu pâle, il est donc faiblement basophile ; mais dans la double coloration par le rouge Magenta et le Benda, il fixe le colorant acide, quoique peu énergiquement.

Le troisième type leucocytaire est représenté par des cellules un peu moins volumineuses que les mononucléaires (9 μ), à cytoplasma tout

aussi bien développé, mais dont le noyau, souvent central, est toujours incurvé en bissac (fig. 4). A côté de ces éléments on en voit d'autres, à noyau double (fig. 5), et enfin des leucocytes à plusieurs noyaux (fig. 6), qui sont parfois disposés en rosette.

Il est possible que les trois derniers types ne soient que des différents stades de fragmentation d'un noyau unique, qui commence par s'incurver, pour se scinder ultérieurement en deux ou plusieurs fragments nucléaires, affectant parfois des dispositions bizarres. On pourrait, en somme, ranger ces trois types dans la catégorie des leucocytes à noyau polymorphe classiques, mais il est à remarquer, que le protoplasma des leucocytes en question est toujours homogène, légèrement basophile ou acidophile, suivant la méthode de coloration. Des macrophages, assez rares, et des leucocytes à granulations complètent la série des éléments, entrant dans la constitution du tissu lymphoïde du rein de l'*Acipenser Güldenstädtii*.

Les cellules à granulations sont surtout abondantes dans la portion antérieure du rein, elles le sont moins dans la partie moyenne. Elles ont un noyau arrondi, parfois incurvé ou double, plus petit que celui des mononucléaires et rappelant de très près celui des lymphocytes. Les granulations sont accumulées en nombre plus ou moins grand autour du noyau, le plus souvent d'un seul côté, le noyau étant repoussé à la périphérie de la cellule ; elles sont irrégulièrement disséminées dans le cytoplasma et fixent le plus souvent les colorants acides; c'est ainsi qu'elles prennent l'éosine dans la coloration double par le bleu d'Unna-éosine, dans la coloration triple par l'éosine-orange, bleu de toluidine, etc. Cependant, dans les coupes traitées par le rouge Magenta et le mélange de Cajal (fixation au Lindsay), elles apparaissent en rouge vif, à l'exclusion toutefois de rares éléments ayant fixé le Cajal.

Acipenser ruthenus L. — Les lymphocytes de petite taille sont les éléments les plus fréquents dans le rein du Sterlet. De ceux-ci, on passe insensiblement, par une série de stades intermédiaires, aux mononucléaires à cytoplasma bien développé. Dans les coupes,

traitées par la méthode de Dominici, la faible bordure cytoplasmique autour des lymphocytes est légèrement bleue ; le cytoplasma des mononucléaires est plutôt acidophile, et dans certains cas même on le voit se colorer en orange, comme celui des hématies. Entre autres éléments, on trouve des leucocytes à noyaux doubles, mais les cellules à noyaux triples, quadruples, multiples, disposés en rosette, si fréquentes dans le rein d'*Acipenser Güldenstädtii*, semblent manquer dans le rein du Sterlet. Je n'y ai pas trouvé non plus les cellules géantes à 5-20 noyaux que Rawitz (**1900**) signale dans le sang de cet animal.

Les leucocytes granuleux sont moins nombreux, et leurs granulations plus petites que dans le rein de l'*Acipenser Güldenstädtii*. Leur affinité pour les colorants acides est peu prononcée : ainsi, dans les coupes, colorées par l'éosine-orange, bleu de toluidine, les granulations apparaissent en rose, et même parfois en violacé.

Les trois types des Poissons précités sont les seuls représentants du groupe de Ganoïdes que j'ai pu me procurer. J'extrais du travail récent de Jungersen (**1900**), où sont envisagés les rapports des organes génitaux et du rein, quelques indications relatives au tissu lymphoïde du rein du *Polypterus* et de l'*Amia*.

Chez le *Polypterus bichir*, les reins s'étendent depuis les nageoires pectorales jusqu'à l'extrémité de la cavité péritonéale ; ils sont abondamment pourvus de canalicules urinifères ; ce n'est que dans une portion très étroite et peu étendue du rein antérieur qu'il existe du tissu lymphoïde pur : cette zone occupe probablement la place du rein embryonnaire dégénéré (abortierten). Chez l'*Amia calva*, une portion du rein, située en avant de la partie antérieure du conduit rénal, est formée uniquement par du tissu lymphoïde, richement vascularisé.

Les reins des Téléostéens, toujours situés entre la vessie natatoire et la colonne vertébrale, présentent une extension variable suivant le type considéré ; ils s'étendent, en effet, depuis la base du crâne jus-

qu'à l'extrémité de la cavité abdominale, ou occupent seulement une partie plus ou moins limitée de celle-ci. Les deux organes, en forme de longs rubans, tantôt très minces et étroits, tantôt beaucoup plus larges, peuvent présenter parfois des soudures secondaires.

C'est, comme on l'a vu, STANNIUS qui paraît avoir signalé le premier la présence de corpuscules lymphoïdes dans le rein de certains Téléostéens. A sa suite, nombre de zoologistes et d'anatomistes se sont occupés de la structure anatomique et de l'embryologie de cet organe, mais, à ma connaissance, aucun travail ne vise la constitution histologique du tissu lymphoïde intercanaliculaire des Téléostéens. Dans ses recherches sur les Poissons Lophobranches, HUOT (**1902**) s'occupe, il est vrai, de « l'histologie » du tissu lymphoïde du ein, mais l'étude qu'il en fait est assez sommaire. Le rein des Lophobranches est parcouru, d'après HUOT, à gauche par l'artère aorte, à droite par la veine cardinale. Sur les coupes, l'aorte se montre recouverte dorsalement et latéralement par un tissu lymphoïde[1], ne contenant aucun tube urinifère. Le tissu lymphoïde et le tissu rénal ont, à peu près, la même coloration et le même aspect granuleux. Pour HUOT, la structure histologique de ce tissu lymphoïde est la suivante : les capillaires forment un réseau, dans les mailles duquel sont incluses des cellules lymphatiques sphériques, à noyau volumineux et mince couche de protoplasma. Les cellules périphériques sont plus volumineuses et présentent une division active ; elles contiennent parfois 4 noyaux.

La question si controversée de la transformation des leucocytes en hématies est des plus simples pour HUOT : la cellule sphérique à noyau volumineux et à mince couche de protoplasma (l'auteur n'indique pas à quel type leucocytaire il rapporte cet élément) évolue pour se transformer en globule rouge. Il ne semble cependant pas que l'auteur ait vu cette transformation, car, dit-il, « presque toujours les cellules lymphatiques traversent la paroi des capillaires sans

[1] Le même tissu forme quelques îlots cellulaires entre la colonne vertébrale et le pharynx ; d'autre part, le tissu lymphoïde abdominal se continue dans la région caudale (HUOT, **1902**).

avoir subi des modifications sensibles. » Et, puisque d'autre part, l'auteur signale les mêmes cellules sphériques sur des coupes du rein au milieu des globules sanguins, et qu'il avoue n'avoir « pas pu voir quelle était leur destinée ultérieure » (p. 233), on éprouve une certaine peine à comprendre, sur quoi l'auteur se base pour admettre la transformation des leucocytes en hématies. Cela ne veut pas dire que la transformation d'une cellule leucocytaire en hématie ne soit pas admissible. Au contraire : je signale moi-même des figures qui me semblent présenter des stades intermédiaires entre un mononucléaire et une hématie : ces figures sont surtout nettes sur les coupes des organes lymphoïdes des animaux splénectomisés. (Voir plus loin). J'estime seulement que la question est trop délicate pour qu'on puisse parler d'une transformation des leucocytes en hématies, même quand on a sous les yeux des figures susceptibles d'être interprétées dans le sens de formes de passage.

J'ai pu examiner trois types de Lophobranches : *Entelurus aequoreus* Dumér., *Syngnathus acus* L. et *Hippocampus antiquorum* Leach. Les deux premiers ont été capturés à Saint-Vaast la Hougue, au mois d'août, le troisième me fut envoyé de l'île de Ré. D'une manière générale, le tissu intertubulaire présente un développement beaucoup moins considérable dans le rein des Lophobranches que dans le rein des autres Téléostéens. Il arrive assez souvent que l'examen de plusieurs coupes consécutives du rein ne révèle que des traces insignifiantes de tissu lymphoïde entre les canalicules urinifères. Souvent aussi, on voit entre ces derniers plutôt une infiltration leucocytaire plus ou moins abondante qu'un tissu lymphoïde véritable, caractérisé par la présence d'une trame réticulée.

Entelurus aequoreus Dumér. — Le rein de ce Poisson ne renferme que deux types leucocytaires : des lymphocytes et des mononucléaires ; le cytoplasma de ces derniers est d'ailleurs assez peu développé et ne présente pas d'affinité tinctorielle nettement prononcée, de sorte que dans certaines colorations (éosine-bleu d'Unna) il prend le colorant basique, dans d'autres plutôt le colorant acide, sans électivité

toutefois. Le noyau des mononucléaires est souvent excentrique, arrondi, parfois incurvé. Dans les vaisseaux et capillaires du rein de cet animal, les éléments leucocytaires abondent, tout en présentant les mêmes caractères qu'ils affectent dans le tissu intertubulaire.

Hippocampus antiquorum Leach. — Les matériaux, dont je me suis servie, me furent envoyés fixés dans du formol, et ce n'est qu'après mordançage des coupes sur lames par la teinture d'iode, que j'ai pu arriver à une coloration satisfaisante. Le tissu lymphoïde intercanaliculaire est développé dans des proportions beaucoup plus considérables que dans le rein de l'*Entelurus* ; ses éléments se présentent tous avec les mêmes caractères et me semblent appartenir à un seul type leucocytaire : ce ne sont, en effet, que des mononucléaires qui remplissent les mailles de la trame réticulée. Ils ont un corps cytoplasmique bien développé par rapport au noyau et affectent presque toujours une forme polygonale ; parfois cependant, leurs contours sont moins réguliers, et on les voit émettre des sortes de prolongements amiboïdes. Il est possible, d'ailleurs, que ce ne soit là que l'effet d'une fixation défectueuse. Le noyau est unique, arrondi, un peu excentrique, à karyosome central ; exceptionnellement il est lobé ou double. On retrouve, dans les vaisseaux et capillaires rénaux, les mêmes mononucléaires, accompagnant les hématies.

Anguilla anguilla L. — Chez l'Anguille, le tissu lymphoïde atteint un développement non moins grand que le tissu glandulaire lui-même, et souvent les canalicules urinifères semblent être noyés dans sa masse. Il forme à la périphérie de l'organe une capsule continue, de laquelle émanent des prolongements, s'engageant entre les canalicules sous l'aspect de cordons cellulaires pleins. Il est surtout abondant dans le rein antérieur et moyen ; dans la partie postérieure du rein, les tubes urinifères se rapprochent, au point de venir au contact les uns des autres. La vascularisation est assurée par de nombreux capillaires et des vaisseaux ; par place, on voit se dessiner des sinus, tapissés d'un mince endothélium. La proportion des

éléments blancs dans les vaisseaux sanguins est très notable ; certains vaisseaux même, à parois minces, simplement endothéliales, ne renferment que des leucocytes.

Dans les préparations du rein d'Anguille de mer, fixées au Lindsay (les tissus ont été prélevés sur le vivant), la *membrana propria* des canalicules urinifères s'est décollée, en formant autour et à certaine distance de chaque tube une sorte de cadre, limitant les traînées de tissu lymphoïde.

Assez souvent, on croit voir des prolongements se détacher de la membrane, encadrant de la sorte les canalicules urinifères, s'anastomoser avec les prolongements, venant des cadres voisins, et former ainsi une espèce de trame, dans les mailles de laquelle les éléments leucocytaires sont renfermés.

Les éléments constitutifs du tissu lymphoïde du rein de l'Anguille sont : 1) des lymphocytes ; 2) des mononucléaires. Ces derniers sont en proportion plus élevée ; leur volume ainsi que leur forme sont sujets à des variations ; le plus souvent cependant, ils sont polygonaux, probablement par pression réciproque, car il est à noter que, dans le rein de l'Anguille, les éléments lymphoïdes sont extrêmement serrés, au point qu'il est souvent difficile de distinguer les démarcations cellulaires. Le noyau des mononucléaires est arrondi, parfois incurvé ou allongé ; souvent, il est rejeté vers le bord de la cellule ; il est plus ou moins riche en chromatine, parfois vésiculeux, à karyosome central. Certains noyaux sont colorés très intensivement, presque uniformément (noyaux en pyknose ?).

La bordure cytoplasmique autour du noyau leucocytaire n'est pas toujours décelable. Dans les conditions favorables, elle fixe le colorant basique, parfois même fort énergiquement. Des formes de passage entre un leucocyte et un mononucléaire typique sont tellement nombreuses, qu'il est difficile d'établir une ligne de démarcation entre ces deux sortes d'éléments. La taille des lymphocytes est très réduite (2-3 μ) ; mais il en est dont le noyau mesure jusqu'à 6.5 μ et dont la bordure cytoplasmique est à peine perceptible ; et à côté, on

voit des mononucléaires, à petit noyau et cytoplasma relativement bien développé, mesurant à peine 7 μ. L'augmentation du cytoplasma se fait insensiblement, le noyau étant plus ou moins développé par rapport au corps cellulaire.

L'action successive de la fuchsine acide et du vert de méthyle met en évidence un véritable nucléole acidophile, coloré en rouge intense par la fuchsine, aussi bien dans les mononucléaires que dans les lymphocytes. C'est là un exemple de la présence de vrais nucléoles dans le noyau des mononucléaires.

La manière dont se comporte le cytoplasma des mononucléaires vis-à-vis des pigments colorants nous arrêtera un instant. Dans les préparations, traitées par l'éosine-orange, bleu de toluidine, le cytoplasma de certains mononucléaires se colore en bleu par la toluidine, assez faiblement d'ailleurs : c'est la réaction typique des mononucléaires, qui présentent, comme on le sait, une basophilie peu prononcée. D'autres fois, le cytoplasma des mononucléaires de l'Anguille reste presque incolore : mais souvent aussi il prend une teinte rose bleuâtre, rose claire, jusqu'au rouge franc de l'éosine. Entre le cytoplasma faiblement basophile et celui franchement acidophile, il y a tous les intermédiaires. Le phénomène devient plus intéressant, si on se rapporte aux préparations du rein de l'Anguille splénectomisée. Chez cette dernière, en effet, comme on le verra plus tard (3e partie), le cytoplasma de certains mononucléaires s'imprègne d'orange, comme celui des hématies, avec lesquelles ces éléments présentent d'ailleurs beaucoup d'analogie. Entre les mononucléaires à cytoplasma coloré par l'éosine, et ceux dont le corps s'est imprégné d'orange, il n'est pas difficile non plus d'établir une série continue des stades intermédiaires. Par conséquent, on est ici en présence d'une évolution s'effectuant au sein des mononucléaires et se traduisant extérieurement par le changement de la chromaticité. Le mononucléaire, originairement basophile, arrive, par une série d'étapes intermédiaires, à une oxyphilie prononcée, qui le rapproche d'une hématie d'autant plus que simultanément il est le siège d'une

transformation morphologique du noyau. Cette évolution, qui est déjà indiquée dans le rein de l'Anguille normale, est beaucoup plus accentuée chez l'Anguille splénectomisée, par suite d'une prolifération exagérée du tissu lymphoïde, qui s'hypertrophie consécutivement à l'ablation de la rate.

En résumé, des lymphocytes et des mononucléaires, auxquels s'ajoutent de rares macrophages (plus nombreux dans le rein de l'animal splénectomisé, fig. II) entrent seuls dans la constitution du rein de l'*Anguilla anguilla*.

Cyprinus carpio L. — Le rein de la Carpe renferme une proportion assez considérable de tissu lymphoïde, et les éléments leucocytaires y acquièrent une taille plus volumineuse que chez la plupart des autres Téléostéens. D'autre part, dans son ensemble, cette formation est peu dense : aussi, il est aisé de se rendre compte de la structure cellulaire de la trame réticulée, dans les mailles de laquelle sont inclus : 1) des lymphocytes ; 2) des mononucléaires.

Les lymphocytes sont nombreux, généralement petits, quoique ici non plus on ne puisse rien dire de précis sur la taille de ces éléments, celle-ci étant soumise à des variations sensibles. La bordure cytoplasmique est souvent tellement réduite, qu'il est difficile de la mettre en évidence. Dans les coupes, fixées au Zenker iodé et colorées par l'éosine-orange, bleu de toluidine, cette bordure prend le colorant basique avec une grande intensité.

Le noyau de plusieurs lymphocytes présente un gros corpuscule central, nettement acidophile : or, dans le noyau vésiculeux de plusieurs mononucléaires, on distingue également un nucléole central, présentant les mêmes affinités pour les colorants acides que celui des lymphocytes. La coloration par la fuchsine acide et le vert de méthyle (une des méthodes de choix pour la mise en évidence des nucléoles) permet également de déceler des nucléoles acidophiles dans les mononucléaires.

L'examen des préparations du rein de la Carpe, traitées par la méthode de Dominici, est très suggestif au point de vue de la

parenté étroite qui semble relier les lymphocytes et les mononucléaires. D'une manière générale, il est impossible, dans le cas étudié, d'établir une ligne de démarcation entre ces deux sortes d'éléments. A côté d'éléments leucocytaires, à noyau riche en chromatine et à cytoplasma presque nul, par conséquent de lymphocytes indiscutables, on trouve d'autres cellules, caractérisées par un gros noyau vésiculeux entouré d'une mince bordure de cytoplasma basophile. De cet élément à gros noyau vésiculeux et à cytoplasma peu développé, dérive, par une série de stades intermédiaires, une cellule, dont le noyau présente encore exactement le même caractère, mais dont le cytoplasma est bien développé : on arrive de la sorte à de véritables mononucléaires, se subdivisant en plusieurs variétés : *a*) mononucléaires à noyau clair, vésiculeux, entouré d'un protoplasme franchement et fortement basophile ; *b*) protoplasme moins développé, basophile, noyau rejeté vers la périphérie de la cellule et présentant un gros nucléole central ou même 2 nucléoles ; *c*) protoplasma pâle, très légèrement basophile, autour du noyau ; *d*) au sein du protoplasma légèrement basophile, apparaissent de très fines granulations, colorées par l'éosine : leur nombre augmente peu à peu, jusqu'à ce qu'elles remplissent tout le corps cellulaire. Ces éléments ne semblent pourtant pas être de vrais éosinophiles. On trouve enfin de petits éléments assez rares, à noyau excentrique, tordu, fortement basophile, et à cytoplasma clair, presque incolore.

Tinca vulgaris Cuv. — Le tissu lymphoïde du rein de la Tanche, fixé au sublimé et coloré au triacide, ou encore à l'éosine-orange, bleu de toluidine, ne présente aucun caractère particulier ; il se montre formé uniquement de lymphocytes et de mononucléaires, ayant l'aspect et la réaction colorante habituels, et abondamment développés aussi bien entre les tubes urinifères qu'à la périphérie de l'organe. Toutefois, sur le matériel fixé au Lindsay et coloré par un procédé quelconque, on remarque de nombreux leucocytes à granulations très fines, fixant avec intensité le colorant acide.

Par l'examen de nombreuses préparations prises sur plusieurs

individus, j'ai pu constater que, dans les fragments fixés au sublimé ou au Zenker iodé, les leucocytes à granulations semblent manquer complètement; par contre, dans les coupes, fixées au Lindsay, ils sont toujours nombreux et très nets. D'une manière générale, par le choix d'un colorant approprié, on peut mettre en évidence telle ou telle autre granulation leucocytaire : mais l'emploi des fixateurs : sublimé, Lindsay, ou Zenker iodé, les fait ressortir indifféremment, du moins dans les cas que j'ai étudiés. Je ne saurais dire à quoi tient la manière particulière, dont se comportent les leucocytes granuleux de la Tanche vis-à-vis des fixateurs.

Les leucocytes granuleux sont surtout nombreux à la périphérie de l'organe. Leur noyau est petit, arrondi, toujours rejeté vers le pôle de la cellule. Le cytoplasma se colore par le liquide de Benda avec une intensité très marquée, et on distingue dans son intérieur de fines granulations, plus ou moins abondantes, plus ou moins volumineuses (mais toujours très fines), irrégulièrement disséminées. Il est à remarquer d'ailleurs, que parfois, même à un fort grossissement, il n'est pas possible de déceler de granulations au sein de ces cellules à petit noyau excentrique et à cytoplasma fortement acidophile, qui semble alors être homogène.

Dans les préparations traitées par le rouge Magenta et le Licht-grün, les mêmes cellules fixent également le colorant acide avec une intensité prononcée, les granulations cependant ont une affinité plutôt pour le pigment basique, et on voit de la sorte de fines granulations rouges, de volume inégal, peu serrées, remplir le corps cytoplasmique d'un vert foncé.

J'ai fait quelques préparations du sang du même animal, dans le but de rechercher les leucocytes granuleux. Les lames, traitées par la chaleur ou le liquide de Lindsay, présentent effectivement des leucocytes granuleux assez nombreux, fixant énergiquement le mélange de Benda. La manière dont ces éléments se comportent vis-à-vis du triacide semble indiquer que ce sont des leucocytes à granulations acidophiles.

Dans des fragments de rein, prélevés sur une Tanche parasitée par des Caryophyllides. le nombre des cellules à granulations acidophiles est peut-être plus élevé que chez les animaux témoins ; le fait cependant n'est pas assez prononcé pour que je puisse affirmer que la présence des parasites dans le corps de l'animal coïncide avec une augmentation du nombre des acidophiles.

En outre des leucocytes à granulations. le tissu lymphoïde du rein comprend : 1) des lymphocytes, dont la taille varie du simple au double. et dont le protoplasme n'est presque pas apparent autour du noyau ; 2) des mononucléaires : 3) des leucocytes à cytoplasma ayant une électivité prononcée pour les colorants acides. légèrement granulé. sans cependant renfermer de véritables inclusions ; le noyau de ces éléments est excentrique. toujours plus ou moins étranglé. de sorte que le plus souvent on a l'impression de deux noyaux còte à còte.

Sur les exemplaires que j'ai examinés. les figures karyokinétiques étaient assez fréquentes.

Cobitis fossilis L. — Chez la Loche, le tissu lymphoïde est moins bien développé que chez les Téléostéens précédents ; il n'y forme. en effet, qu'une couche assez mince à la périphérie de l'organe ; dans la portion antérieure du rein. toutefois. son développement est très considérable.

Dans une préparation du rein de *Cobitis fossilis* (abondamment nourri dans l'aquarium). fixée au Lindsay et colorée par le rouge Magenta et le Benda, on observe des figures karyokinétiques assez nombreuses. Les éléments leucocytaires, fortement serrés les uns contre les autres. appartiennent aux types suivants : 1) lymphocytes à corps cytoplasmique peu développé. légèrement acidophile ; 2) mononucléaires, à gros noyau central. arrondi. et à cytoplasma légèrement acidophile ; dans certains de ces éléments le noyau est rejeté vers le bord de la cellule. et le cytoplasma clair. acidophile. prend un aspect légèrement granulé ; 3) leucocytes à noyau plus ou moins excentrique, toujours incurvé en croissant ; cette forme est tout à

fait caractéristique : elle rappelle les éléments du tissu lymphoïde des Ganoïdes : 4) polynucléaires, ou plutôt leucocytes à noyau polymorphe ; le noyau est fragmenté en plusieurs lobes et affecte parfois des formes bizarres ; 5) macrophages, relativement nombreux. Ces derniers éléments sont plus volumineux que les autres leucocytes ; ils renferment une ou plusieurs inclusions étrangères, tantôt acidophiles, tantôt basophiles, entourées de vacuoles. Le cytoplasma des macrophages est plus ou moins fortement acidophile.

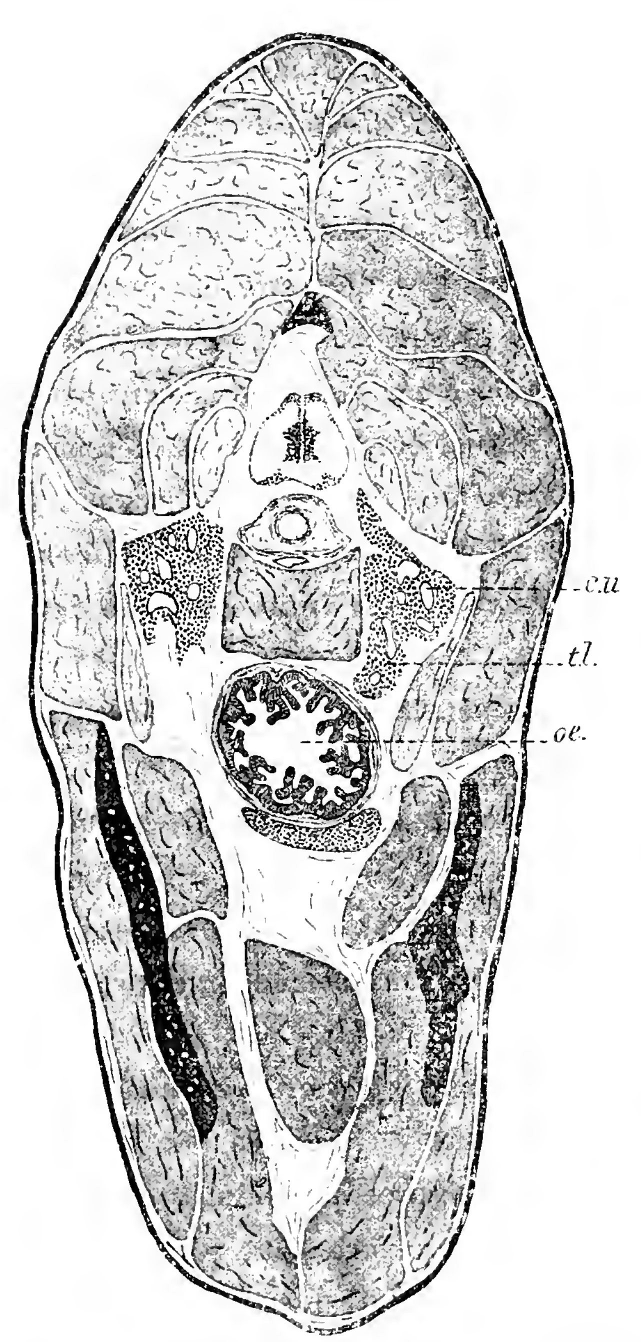


Fig. II. — Coupe totale de *Labrus bergylta* Ascanius. — *c. u*, canalicules urinifères ; *t. l.* tissu lymphoïde intercanaliculaire ; *o. e*, œsophage.

J'ai eu à ma disposition, entre autres spécimens, un *Cobitis fossilis*, ayant séjourné dans un aquarium pendant plusieurs années de suite. L'animal semblait malade depuis un certain temps : à l'examen, le foie présentait une cirrhose assez avancée. Or, le rein de cette Loche, étudié comparativement avec les témoins, présentait un développement un peu plus considérable du tissu lymphoïde. A côté des éléments leucocytaires, signalés plus haut, on constate des cellules, dont le cytoplasma se colore très intensivement par les colo-

rants acides. Ces cellules à noyau excentrique, souvent incurvé, rappellent les éléments décrits ci-dessus sous le numéro 3 : elles sont cependant plus volumineuses, et tranchent nettement par l'acidophilie intense de leur cytoplasma. Ce dernier est coloré d'une manière uniforme, et on n'y distingue ni granulations, ni indice de structure. Les éléments en question sont localisés surtout à la périphérie de l'organe, dans la capsule lymphoïde, très épaisse chez cet exemplaire ; on les trouve assez rarement dans le tissu intertubulaire.

Crenilabrus melops Riss. et *Labrus bergylta* Ascanius. — Les éléments cellulaires, entrant dans la constitution du tissu lymphoïde du rein de *Crenilabrus melops*, ainsi que d'une espèce voisine, le *Labrus bergylta*, appartiennent à des types leucocytaires très variés. Le tissu lymphoïde intertubulaire même présente un développement fort considérable, comme on peut le voir sur la figure II, qui est une coupe totale intéressant la partie antérieure du corps d'un très jeune *Labrus bergylta* : les canalicules urinifères y sont, en effet, noyés dans la masse du tissu lymphoïde.

La majeure partie des éléments lymphoïdes du rein de *Crenilabrus melops* est représentée par des leucocytes mononucléaires à noyau central, arrondi, entouré d'un protoplasme à chromophilie peu prononcée, qui se colore légèrement par des colorants acides et reste presque incolore dans les pigments basiques. A côté des mononucléaires à petit noyau et à protoplasme bien développé, il y en a d'autres, à noyau beaucoup plus volumineux, et à bordure cytoplasmique plus étroite. Par suite de la compression des éléments voisins, les mononucléaires ont presque toujours une forme polyédrique.

Les lymphocytes sont de taille variable : leur noyau est réticulé et n'est enveloppé que par une couche à peine apparente de cytoplasma. Ces éléments diffèrent assez sensiblement des leucocytes, au milieu desquels ils se trouvent, et qui sont caractérisés par leur noyau plus volumineux, muni d'un gros karyosome central, et d'une bordure cytoplasmique franchement basophile, développée excentriquement. On voit donc, une fois de plus, combien il est difficile de se

prononcer avec certitude sur la nature d'un leucocyte donné. Non pas qu'il y ait, dans le cas présent, des types intermédiaires, qui permettraient de passer insensiblement d'une espèce leucocytaire à une autre, mais parce que les caractères morphologiques, ainsi que les caractères chromatiques, subissent ici, dans la même espèce leucocytaire, des variations étendues.

Si l'on était d'accord pour considérer comme mononucléaires des leucocytes à noyau unique et à cytoplasma homogène, nettement développé, il faudrait faire rentrer dans le même groupe les trois types leucocytaires du *Crenilabrus melops* : des leucocytes à petit noyau central, et à protoplasme développé, presque chromophobe ; des leucocytes à noyau beaucoup plus volumineux et à bordure cytoplasmique assez étroite ; et enfin, des leucocytes à noyau plus grand que celui des lymphocytes, et présentant un cytoplasma franchement basophile, développé d'un seul côté du noyau.

Les leucocytes à granulations sont extrêmement nombreux dans le rein du *Crenilabrus melops* et du *Labrus bergylta*, et forment à eux seuls presque le tiers des éléments. Dans une même cellule, les granulations sont plus ou moins grandes, plus ou moins serrées et le noyau, à membrane très nette, est presque toujours excentrique, unique, arrondi ou un peu allongé. Certains de ces éléments présentent la particularité de renfermer des formations, fixant énergiquement le colorant nucléaire, plus volumineuses et moins régulières que les granulations proprement dites, auxquelles elles sont mêlées ; elles occupent des positions variées, mais de préférence la zone marginale ; il n'est pas rare d'observer autour de ces formations des vacuoles nettement dessinées ; ce sont vraisemblablement des produits de digestion des cellules granuleuses, qui exerceraient ainsi un rôle phagocytaire actif.

Les affinités colorantes que présentent les leucocytes granuleux du rein du *Crenilabrus* et du *Labrus* méritent une certaine attention. Dans les coupes, fixées au sublimé et colorées au triacide, les granulations prennent l'orange d'une manière élective ; c'est encore

cette même substance qu'elles fixent, quand on les traite par l'hématoxyline et l'orange ou par l'éosine-orange, bleu d'Unna (fig. 17); sur du matériel fixé au Lindsay et coloré par le bleu d'Unna-éosine, elles prennent cette dernière. Traitées uniquement par un colorant basique seul, les granulations restent incolores : c'est ainsi que la thionine, le dahlia, ne leur communiquent aucune coloration; dans le bleu d'Unna pur, elles restent tantôt incolores, tantôt prennent une légère teinte verdâtre. C'est à dessein que j'ai énuméré toute une série de réactions colorantes des granulations en question, pour faire mieux ressortir l'affinité très prononcée que ces granulations présentent pour les colorants acides. En se basant sur ces affinités, il faudrait admettre que les leucocytes granuleux du *Crenilabrus melops* sont des éosinophiles ou plutôt des acidophiles.

Si on colore cependant par le rouge Magenta et le Benda les coupes fixées au sublimé (comme les précédentes) ou au Lindsay, on constate que les granulations, au lieu de fixer le colorant acide, le Benda, comme il fallait s'y attendre *a priori*, s'emparent du Magenta d'une manière élective (fig. 9). Il est difficile de supposer, que ce soit là l'effet d'une technique défectueuse : tous ceux qui se sont servis de la méthode de la double coloration par le Magenta et le Benda connaissent l'intensité de ce dernier et son pouvoir décolorant vis-à-vis du Magenta. Par conséquent, si les granulations leucocytaires retiennent invariablement le Magenta, il faut admettre qu'elles ont une affinité réelle pour ce colorant. De même, par la safranine, suivie du Benda ou du vert lumière, celles-ci se colorent en rouge.

En examinant une coupe du rein du *Crenilabrus melops*, fixée au Lindsay et colorée au Magenta et au Benda, on aperçoit, à côté des leucocytes, dont les granulations se sont colorées intensivement en rouge, d'autres, dont les granulations sont presque incolores, ou légèrement colorées en vert par le Benda : dans certains cas même, les granulations incolores et légèrement acidophiles se rencontrent dans le même corps cellulaire.

Enfin, certains mononucléaires du tissu lymphoïde du rein de

Crenilabrus melops présentent une particularité intéressante : dans leur cytoplasma légèrement acidophile, apparaissent quelques granulations, dont le nombre va en augmentant. Ce phénomène est à rapprocher de celui qui a été signalé à plusieurs reprises dans la moelle osseuse des Vertébrés supérieurs, chez lesquels les myélocytes (les équivalents des mononucléaires du sang circulant) se chargent de granulations, tantôt éosinophiles, tantôt neutrophiles. Ces éléments, à cytoplasma primitivement homogène, seraient ainsi les générateurs des éléments granuleux du sang, et la moelle osseuse représente, par conséquent, l'organe leucopoïétique par excellence, un lieu d'élection pour la formation des leucocytes granuleux. Pour la même raison, on pourrait considérer le tissu intertubulaire du rein de Crenilabre également comme un centre génétique des éléments granuleux du sang, et, à ce point de vue, le tissu lymphoïde du rein devrait être rapproché de la moelle osseuse des Vertébrés supérieurs.

Les vaisseaux et capillaires sanguins qui parcourent la masse lymphoïde renferment une proportion très considérable de leucocytes par rapport aux hématies. Parmi les cellules à granulations, qui y abondent, certaines présentent le même caractère que dans le tissu intertubulaire, c'est-à-dire des granulations incolores et légèrement acidophiles coexistent dans le même corps cellulaire. Ceci indiquerait que la spécialisation de ces éléments n'est pas définitivement établie dans le rein, et qu'elle se continue dans le milieu sanguin.

Avant de terminer l'étude des éléments lymphoïdes du rein du *Labrus bergylta* et du *Crenilabrus melops*, je voudrais rappeler l'opinion de Rawitz (**1900**) relativement aux leucocytes éosinophiles des Téléostéens. Cet auteur a étudié le sang de plusieurs espèces de Téléostéens, notamment du *Scorpaena porcus*, du *Serranus scriba*, du *Sargus vulgaris* et du *Crenilabrus pavo* : il n'a réussi nulle part à mettre en évidence des leucocytes éosinophiles, et en généralisant, un peu trop hâtivement, les résultats obtenus, il croit avoir démontré l'absence complète des éosinophiles chez les Téléostéens : « das voll-

kommene Fehlen der eosinophilen Granulationen bei den Teleostern » (p. 167.)

Les figures karyokinétiques sont assez nombreuses dans le tissu lymphoïde rénal du *Labrus bergylta* et du *Crenilabrus melops*, que j'ai examinés.

A côté des animaux précités, j'ai eu encore l'occasion d'étudier le rein de plusieurs autres Téléostéens : *Ammodytes tobianus* L., *Gadus luscus* L., *Solea vulgaris* Quens., *Platessa limanda* Flem., *Rhombus vulgaris* Cuv., *Rhombus maximus* L., *Onos mustella* Risso, *Cottus bubalis* Euphr., *Trigla gurnardus* L., *Trachinus draco* L., *Zeus faber* L., *Mugil Chelo* Cuv. et Val., *Liparis vulgaris* Flem., *Callionymus lyra* L., *Spinachia vulgaris* Flem., *Mullus barbatus* L. . . . tous recueillis à Saint-Vaast la Hougue au mois de septembre. Je n'ajouterai que quelques mots à propos de ces espèces, leur étude ne m'ayant fourni aucun fait nouveau.

D'une manière générale, le tissu lymphoïde prend part à la constitution du rein de tous ces Téléostéens, mais cette part est différente, suivant le type considéré. Chez le Carrelet, chez le Turbot, chez le Surmulet, chez le Lançon, chez la Vive, chez la Motelle, le tissu lymphoïde présente un développement très considérable : chez le *Trigla gurnardus*, le *Zeus faber*, le *Gadus luscus*, le *Mugil Chelo*, son développement est moindre, et il n'est pas rare de voir des tubes urinifères au contact immédiat les uns des autres. Chez le *Cottus bubalis*, la *Spinachia vulgaris*, le *Liparis vulgaris*... le tissu lymphoïde est encore moins abondant. J'ajouterai cependant que ce n'est là qu'une notion approximative, puisque le développement du tissu interrénal varie avec la région considérée : il est toujours plus notable dans la portion antérieure du rein. Dans la majorité des cas, le tissu lymphoïde fournit à l'organe une capsule plus ou moins épaisse.

Chez l'*Ammodytes tobianus*, chez l'*Onos mustella*, chez le *Liparis*, les éléments, d'une petitesse extrême, sont tellement

serrés, qu'il est souvent difficile de distinguer les limites cellulaires, et les éléments semblent être noyés dans une gangue commune. La disposition des éléments lymphoïdes en séries linéaires, longitudinales, ainsi qu'une trame réticulée, apparaissent nettement dans les préparations du rein d'*Ammodytes*. Des lymphocytes, auxquels viennent s'ajouter, en nombre restreint, des mononucléaires, entrent seuls dans la constitution du tissu lymphoïde rénal des Téléostéens en question. La taille des lymphocytes varie du simple au double; leur cytoplasma présente un développement très faible; celui des mononucléaires est légèrement acidophile. — Dans le rein du Turbot et de la Barbue, où le développement du tissu lymphoïde est des plus considérable, on ne voit également que des lymphocytes et des mononucléaires.

Dans le rein du Surmulet, les mononucléaires, à protoplasma assez volumineux, se colorent plus ou moins intensivement en bleu, quand on traite la préparation par le bleu d'Unna. La taille des lymphocytes varie du simple au double, au triple même. Parmi les mononucléaires, certains ont un noyau excentrique et un cytoplasma fortement acidophile (coloration Magenta-Benda), légèrement granuleux. Certains leucocytes du rein de Surmulet se présentent avec les caractères des macrophages.

Dans le rein du *Trachinus draco*, les mononucléaires, à noyau excentrique et à cytoplasma bien développé, se colorent par le bleu d'Unna, assez légèrement toutefois; il en est de même chez le *Gadus luscus*; le cytoplasme est plutôt acidophile dans le rein du *Callionymus lyra* (col. Safranine-Lichtgrün).

Je note enfin, que, chez le *Lepadogaster Gouanii*, GUITEL (**1900**) a signalé dans le rein la présence d'un tissu lymphoïde, surtout développé dans la région parcourue par le canal du pronéphros.

Protopterus annectens Owen. — J'ai eu à ma disposition quelques exemplaires de petite taille (6-8 centimètres), qui ont été expédiés vivants du Dahomey, au mois de février. Sur une coupe to-

tale (fig. IV) du corps de cet animal, on se rend aisément compte du développement énorme que le tissu lymphoïde y affecte. Le système uro-génital entier est, en effet, enfoui dans la masse de ce tissu, se continuant avec celui qui entoure le tractus intestinal.

Les reins s'étendent le long des deux tiers postérieurs du corps (PARKER, **1892**), ventralement par rapport aux poumons. Ils sont revêtus extérieurement d'une large capsule lymphoïde, formée de plusieurs rangées cellulaires; une masse volumineuse de tissu lymphoïde réunit les deux reins du côté dorsal. Dans la description de PARKER, cette dernière est formée surtout par du tissu adipeux; dans mes préparations, cependant, le tissu adipeux n'est que faiblement représenté, ce qui tient probablement à l'âge peu avancé de l'animal, ou encore à l'époque à laquelle il fut capturé.

Entre les canalicules urinifères, le tissu lymphoïde est développé dans des proportions beaucoup plus faibles que chez la plupart des Téléostéens. Dans la capsule du rein, surtout dans sa partie antérieure, les cellules pigmentaires abondent.

L'aspect du tissu lymphoïde du Protoptère est tout à fait caractéristique. Il est formé surtout de volumineuses cellules polyédriques (25-30 μ et même au-dessus), à gros noyau central ou excentrique, étroitement serrées les unes contre les autres; ces cellules rappellent un peu par leur aspect celles du parenchyme hépatique; s'il y avait une analogie à trouver pour la capsule lymphoïde du rein du Protoptère, j'aurais tendance à la rapprocher de celle qui entoure le foie chez les Salamandres. J'ajoute cependant, que les cellules en question offrent certains caractères spéciaux, sur lesquels j'insisterai plus longuement dans le chapitre relatif au tube digestif du même animal où ces éléments présentent, en effet, exactement les mêmes caractères.

En outre des cellules polyédriques, qui forment la grande majorité des éléments, le tissu lymphoïde du rein renferme encore des lymphocytes, des mononucléaires, dont le cytoplasma, d'ailleurs, est assez faiblement développé, des leucocytes à noyau incurvé ou lobé et à

cytoplasma homogène (leucocytes polymorphes?) et, enfin, de nombreuses cellules acidophiles. — La disposition des éléments en follicules isolés, semblable à celle que l'on constate dans le tissu lymphoïde du tractus intestinal, ne s'observe pas dans le rein.

Chez les Amphibiens (à l'exception toutefois du Protée), la proportion de tissu lymphoïde, renfermé dans le rein, n'atteint jamais le développement qu'on lui connaît chez les Ganoïdes et les Téléostéens : des petits amas de tissu lymphoïde, ou mieux des éléments isolés, s'y dessinent par place entre les canalicules urinifères ; ils sont surtout abondants à la périphérie du rein. Chez le Triton, chez la Salamandre, chez l'Axolotl, les éléments cellulaires du tissu en question sont les mêmes que ceux de la capsule lymphoïde, entourant le foie de ces animaux. Chez la Grenouille, dans les amas lymphoïdes localisés à la surface du rein, les leucocytes acidophiles sont assez communs ; leurs granulations sont plus volumineuses que celles des « Sommerzellen » de la capsule surrénale (GRYNFELTT, **1904**).

Proteus anguineus Laur. — Par la proportion du tissu lymphoïde qu'il renferme, le rein du Protée se rapproche plus de celui des Téléostéens que de celui des Amphibiens (DRZEWINA, **1903*b***). Chez cet Urodèle, les canalicules secrétants sont, en effet, rarement au contact les uns des autres, et la masse de tissu lymphoïde, interposée dans le tissu glandulaire proprement dit, prend un développement très considérable (fig. III et fig. 1.)

Les éléments cellulaires du tissu lymphoïde sont inclus dans les mailles d'un réseau, formé par des cellules conjonctives à cytoplasma réduit, munies de prolongements anastomosés les uns avec les autres ; le reticulum est surtout manifeste sur les coupes secouées, mais, sur les préparations, traitées suivant la technique usuelle, il est encore assez apparent, pour peu qu'on prenne soin de l'examiner dans les portions voisines de la capsule du rein (fig. 8) ; ailleurs, il est masqué par les éléments lymphoïdes. Les prolongements émanés des cellules étoilées ne se colorent que très faiblement par certains

colorants réputés spécifiques des fibres conjonctives (mélange de Van Gieson, hématoxyline de Mallory, p. 185).

Le tissu lymphoïde du rein de Protée renferme les types leucocytaires suivants : 1) lymphocytes à cytoplasma très réduit ; 2) mononucléaires à cytoplasma très développé et à noyau central ; 3) leucocytes à noyau polymorphe et à cytoplasma homogène. Le cytoplasma de tous ces éléments présente une chromophilie assez faible : dans les coupes, traitées par le Magenta et le Benda, il est légèrement coloré en vert (fig. I), sans qu'il soit possible de relever des différences de nuance entre ces trois types : 4) macrophages ; 5) leucocytes acidophiles (très nombreux), présentant parfois aussi des inclusions.

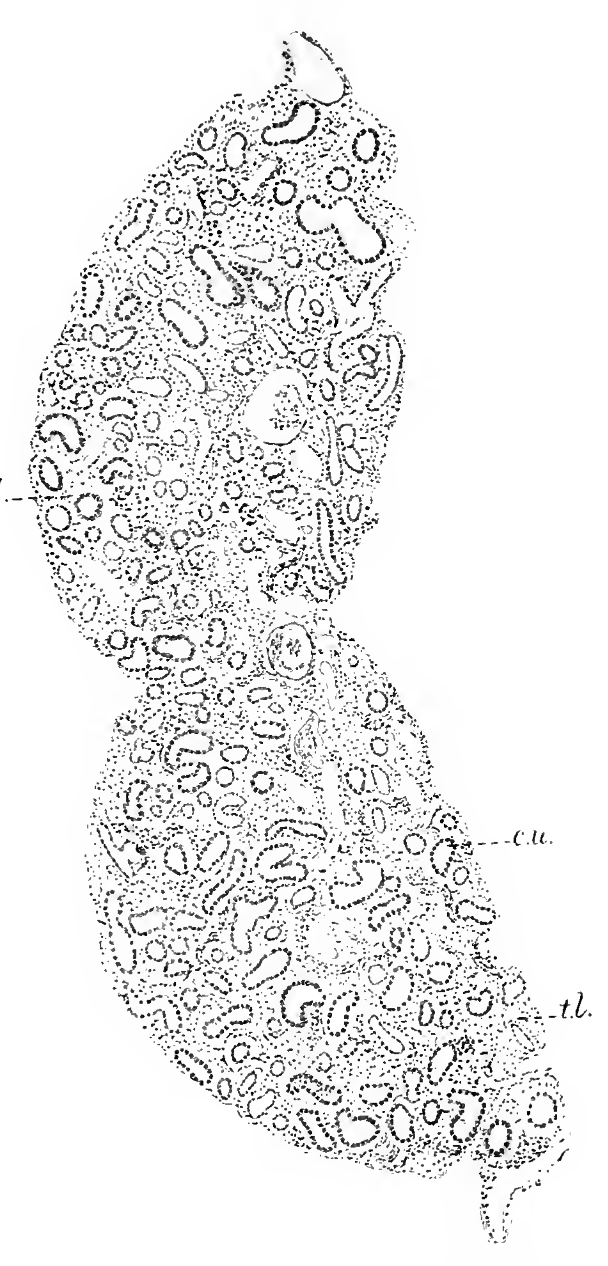


FIG. III. — Coupe du rein du *Proteus anguineus* Laur. — *c. u*, canalicules urinifères ; *t. l*, tissu lymphoïde intercanaliculaire.

Pendant longtemps on a dénié aux leucocytes granuleux la faculté d'englober des corps étrangers.

En 1892, dans ses leçons sur la pathologie comparée de l'inflammation, METCHNIKOFF affirme encore, que les cellules éosinophiles ne présentent jamais de propriétés phagocytaires, de sorte qu'il est très probable que leurs granulations si caractéristiques ne proviennent

pas du dehors, mais sont élaborées par le corps même des cellules.

MESNIL (1895) ayant émis l'opinion que les granulations des leucocytes éosinophiles proviennent des microbes englobés par phagocytose, et que le leucocyte éosinophile, déjà chargé de granulations, continue à englober des microbes et même à les digérer, METCHNIKOFF (1901) rangeait les éosinophiles dans la catégorie des microphages, car ils auraient la faculté d'englober des corps étrangers, notamment des microbes.

Dans le rein du Protée, certains leucocytes à granulations acidophiles renferment des inclusions, qui me semblent être des débris cellulaires, et autour desquels on voit se dessiner une vacuole claire (fig. 10).

Les leucocytes acidophiles du rein de Protée sont facilement reconnaissables aux caractères suivants : leurs granulations sont fines, très nombreuses, arrondies, douées d'une acidophilie très accusée (éosine, orange, mélange de Benda...) : le noyau, en général unique (quelquefois il est double ou même fragmenté en plusieurs lobes), est presque constamment excentrique ; il est ovalaire ou incurvé, parfois assez gros pour représenter la moitié du volume total de l'élément ; le réseau nucléaire est bien visible, assez serré, parsemé de karyosomes.

Les vaisseaux et capillaires sanguins du rein présentent, à côté des hématies, des lymphocytes, des mono et polynucléaires et de nombreux acidophiles, dont on voit quelques uns engagés dans la paroi vasculaire.

Dans les pièces que j'ai examinées, les acidophiles sont le siège de karyokinèses nombreuses ; ceux-ci, d'ailleurs, ne cessent jamais d'être facilement reconnaissables, grâce à la persistance d'un certain nombre de granulations. Il est donc naturel de considérer le tissu intercanaliculaire comme un centre de formation pour les leucocytes acidophiles.

Des mitoses ont déjà été signalées dans les acidophiles par plusieurs auteurs. C'est dans la moelle osseuse qu'ont été indiquées les pre-

mières figures karyokinétiques des éosinophiles par DENYS, BIZZOZERO, MÜLLER..... DEKHUYZEN (1891) indique deux karyokinèses dans des acidophiles de la membrane " sacciforme " de la Grenouille. Dans la couche lymphoïde du foie des Salamandres, qui renferme une proportion considérable de cellules à granulations acidophiles, on a également observé des figures de division indirecte de ces éléments.

SIEDLECKI (1895) décrit avec beaucoup de détails la manière dont se comportent les granulations des acidophiles du foie des Salamandres pendant la division karyokinétique. Au stade du peloton, les granulations sont rejetées vers les bords de la cellule, loin du fuseau achromatique ; au stade de l'étoile mère, elles sont situées des deux côtés de la plaque équatoriale, c'est-à-dire dans la portion du cytoplasma qui joue le rôle le moins actif pendant la division : enfin, au stade des deux étoiles filles, les granulations se localisent de côté et d'autre de la ligne de division de la cellule : la portion centrale de la cellule, occupée par le fuseau achromatique, est libre de granulations.

La localisation particulière des granulations pendant la division mitotique a attiré également l'attention de MARWEDEL (1897) pour qui « in der Mehrzahl der eosinophilen Zellen die Granula bei der Mitose eine ganz gesetzmässige Lagerung einnehmen, die auf das genaueste mit der bekannten Anordnung des achromatischen Fadensystems in anderen Zellen übereinstimmt. » Les mitoses ont lieu aussi bien dans les cellules bourrées de granulations que dans celles où les granulations sont rares : quand la taille des granulations est plus volumineuse, le noyau en division présente des signes de dégénérescence.

Plus récemment, JOLLY (1900), dans son travail sur les leucocytes granuleux de la moelle des os, a étudié très attentivement la division indirecte de cellules éosinophiles. Dans les leucocytes éosinophiles en mitose, les chromosomes sont moins fins et moins nombreux que dans les autres cellules médullaires : en outre, un retard d'un ou de plusieurs chromosomes dans le mouvement qui les porte vers les deux

pôles est parfois caractéristique pour le stade des deux étoiles filles.

Quant aux granulations, dès la première phase de la division, dès la formation du peloton, elles se portent à la périphérie de la cellule, laissant le noyau entouré d'un protoplasme clair et homogène, dessinant une sorte de halo. Au moment de la division de la plaque équatoriale en deux étoiles filles, les granulations s'éloignent des deux pôles de la cellule et se trouvent situées entre les deux asters. Ce qui est surtout intéressant, c'est qu'on les observe souvent alignées en séries radiées, formant des arcs de cercle, suivant la direction des filaments achromatiques du fuseau (d'après Siedlecki, comme nous l'avons vu, les granulations fuiraient le champ occupé par le fuseau achromatique). Ensuite elles se séparent en deux groupes, accompagnant chacun l'un des noyaux-filles; il existe ainsi, avant toute trace d'étranglement du corps cellulaire, une bande de protoplasme homogène, sans granulations.

Dans le rein du Protée, la disposition des granulations varie également suivant la phase karyokinétique : au stade du peloton, celles-ci sont rangées à la périphérie de la cellule ; au stade de l'étoile-mère, elles se groupent de part et d'autre de l'aster ; enfin, au stade du diaster (fig. 30.), elles émigrent de nouveau vers le centre.

Je ferai remarquer, enfin, que les karyokinèses des mononucléaires et des lymphocytes étaient non moins nombreuses [1] que celles des leucocytes granuleux : les lymphocytes présentaient souvent des figures de division directe.

La double fonction du rein : lymphopoïétique et excrétrice, est ainsi des plus manifeste dans le rein du *Proteus anguineus*.

II. — TUBE DIGESTIF

Entre la tunique musculaire et la muqueuse de l'œsophage des Sélaciens s'étend un organe particulier, qui fut signalé pour la première fois par Cuvier, et auquel on donne parfois le nom d'organe

[1] Le rein en question provenait d'un animal abondamment nourri après un jeûne prolongé.

de Leydig, du nom du célèbre histologiste allemand, qui en a fait le premier une description un peu détaillée [1].

Chiaje (1840) rangeait l'organe en question dans la catégorie des glandes salivaires. Leydig (1853) cependant, avec la perspicacité d'esprit qui lui était propre, établit la véritable nature de cet organe, qui par sa localisation et son développement n'a pas d'analogue dans d'autres classes d'animaux. En 1852, dans son travail sur l'anatomie et l'embryologie des Raies et des Squales, il en donne la description suivante : l'organe s'étend tout le long de l'œsophage, jusqu'au point où celui-ci passe dans l'estomac : il est formé d'une substance moléculaire et de cellules granuleuses, mesurant 0,00675'' : les deux sont entourées d'un tissu conjonctif délicat, qui leur imprime une structure lobée, d'ailleurs faiblement prononcée. Leydig a trouvé cette substance chez le *Torpedo narke*, chez le *Scyllium canicula* et le *Scymnus lichia*.

Owen (1866) décrit également une substance parenchymateuse grise dans l'œsophage de la Torpille : quant à sa nature, il croit, avec Leydig, que c'est du tissu lymphoïde.

En 1877 paraît une étude beaucoup plus complète de l'organe lymphoïde des Sélaciens, due à Edinger, qui considère l'organe en question comme constitué par un très grand nombre de petites cellules rondes, tout à fait semblables à celles des ganglions lymphatiques. Ces éléments ont un protoplasma finement granuleux, un noyau peu visible, et sont plus petits que les corpuscules sanguins. De nombreux sinus et canaux traversent le tissu conjonctif de la muqueuse au voisinage de l'organe. Ces canaux ont un revêtement endothélial très mince et diffèrent des vaisseaux sanguins du même calibre par le fait que ces derniers ont des parois beaucoup plus fortes. Les sinus et les canaux ne renferment que des cellules rondes semblables à celles de l'organe lymphoïde, à l'exclusion des corpuscules rouges. L'ensemble offre la plus grande analogie avec les

[1] Chez la Chimère, d'après Edinger (1877), l'organe serait situé, non pas dans l'œsophage même, mais plus en avant, vers la base du crâne.

appareils lymphatiques typiques. (C'est chez *Torpedo aculeata*, *Torpedo marmorata*, *Raja clavata* et *Mustelus* que l'auteur étudie l'organe lymphoïde). Toutefois, avec beaucoup de prudence, EDINGER remarque qu'aussi longtemps que des recherches plus précises ne viendront pas confirmer l'opinion sur la nature lymphoïde de l'organe, celle-ci, basée uniquement sur des ressemblances histologiques, ne pourra être guère qu'une présomption.

Dans son Histoire naturelle des Poissons de la France (**1881**, p. 154), MOREAU déclare partager d'une manière générale l'opinion de LEYDIG sur la nature lymphoïde de l'organe œsophagien, qui lui semble présenter beaucoup d'analogie avec les follicules lymphoïdes des Vertébrés supérieurs. SAPPEY (**1880**) compare également l'organe lymphoïde de l'œsophage des Sélaciens à un follicule lymphoïde, et décrit, dans la couche médiane de l'œsophage de la Raie, deux volumineux follicules, entourant la partie initiale du tube digestif.

Pour AYERS (**1885**), l'organe lymphoïde, décrit par EDINGER dans l'œsophage des Sélaciens, correspondrait au thymus des Vertébrés supérieurs.

L'étude de la distribution du tissu adénoïde dans le tube digestif des Poissons cartilagineux amène PILLIET (**1890**) à examiner l'organe de LEYDIG : la description, cependant, qu'il en donne ne diffère pas beaucoup de celle fournie par les histologistes qui l'ont précédé.

PILLIET étudie l'organe œsophagien chez la *Raja torpedo*, le *Scyllium catulus*, la *Lamna cornubica*, la *Squatina angelus*. Chez la Torpille, le tissu adénoïde de l'œsophage commence un peu au-dessous de l'orifice supérieur de l'estomac, sous forme d'une mince languette. Une coupe à ce niveau présente : 1) l'épithélium œsophagien, formé de cellules pavimenteuses stratifiées, dont plusieurs subissent une transformation caliciforme ; 2) le chorion de la muqueuse — tissu dense, homogène, avec de nombreuses cellules étoilées et avec de nombreuses fentes lymphatiques allongées ; 3) une couche de fibres lisses annulaires ; 4) une couche plus forte de fibres striées annu-

laires. A la partie profonde du chorion, au contact des fibres lisses, apparaît la lamelle de tissu lymphoïde, dont on ne trouve trace ni dans la bouche, ni dans le pharynx : elle augmente rapidement d'épaisseur et se prolonge jusqu'au premier quart de l'estomac. Chez une jeune Torpille, la languette avait 4 centimètres de longueur sur 8 millimètres d'épaisseur. — Le tissu rappelle l'aspect d'un follicule isolé, mais qui serait énorme. Les cellules sont polygonales, elles ont un noyau gros, sphérique, ovalaire et un corps protoplasmique volumineux, finement granulé. Les cellules pâlissent dans l'acide acétique, sans se dissoudre. — Par son siège, l'organe correspondrait au tissu réticulé de l'isthme pharyngien des Vertébrés supérieurs.

Oppel (1897) étudie l'organe lymphoïde de la *Raja asterias* et en figure une coupe transversale dans son traité d'Anatomie microscopique (p. 46). Aux couches successives énumérées par Pilliet s'ajoute encore à l'extérieur une couche de muscles longitudinaux lisses. La méthode de la double coloration a permis à Oppel de distinguer dans l'organe lymphoïde de la *Raja asterias* des cellules à corps granuleux se colorant intensivement par l'éosine et ressemblant aux éosinophiles des autres Vertébrés. Par sa localisation, l'organe ne pourrait correspondre aux follicules lymphoïdes des Vertébrés supérieurs. Quant à sa nature, Oppel déclare ne pouvoir rien préciser.

J'ai étudié la structure histologique de l'organe lymphoïde de l'œsophage chez plusieurs Sélaciens, notamment chez *Mustelus vulgaris* Müll. et Henl., *Scyllium catulus* Cuv., *Squatina angelus* Riss., *Galeus canis* Rond., *Trygon pastinaca* Müller et Henl., *Raja clavata* L. et *Torpedo marmorata* Risso. Chez tous ces animaux, la structure de l'organe en question concorde dans ses grandes lignes, tout en présentant des différences de détails, que je vais indiquer dans ce qui suit.

Déjà, à l'œil nu, on distingue parfaitement, entre la couche musculaire et la muqueuse de l'œsophage, une large masse de tissu glandulaire blanchâtre qui s'étend jusqu'à l'estomac et dont les

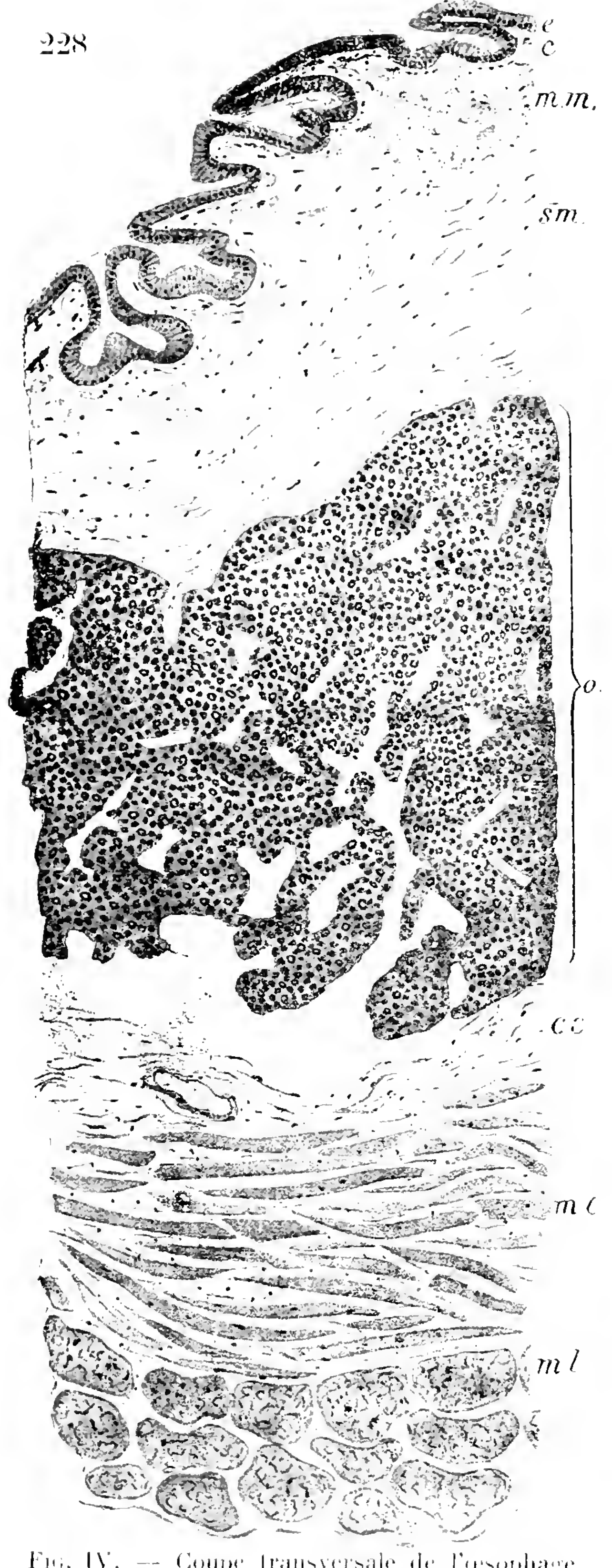


Fig. IV. — Coupe transversale de l'œsophage du *Galeus canis* Rond. : *e*, épithélium ; *c*, chorion ; *m. m*, muscularis mucosae ; *s. m*, sous-muqueuse ; *o. l*, organe lymphoïde de l'œsophage ; *c. c*, couche de tissu conjonctif ; *m. c*, muscles circulaires ; *m. l*, muscles longitudinaux.

limites du côté de la muqueuse d'une part, du côté de la *muscularis* d'autre part, sont très nettement marquées. Assez mince d'abord, la masse glandulaire gagne de plus en plus en épaisseur en se rapprochant de l'estomac : chez un *Trygon pastinaca* de 80 centimètres, l'organe a 2 centimètres d'épaisseur; il n'a qu'un centimètre d'épaisseur chez un *Scyllium catulus*, mesurant un mètre de longueur. — Il est toutefois à remarquer que la masse glandulaire ne forme pas un manchon complet autour de la muqueuse œsophagienne : elle est interrompue sur les deux faces latérales, de sorte que, sur une coupe transversale, examinée à l'œil nu, la substance glandulaire dessine deux volumineuses lentilles plan-convexes, appliquées contre les faces antérieure et postérieure de l'œsophage.

Une coupe à travers la paroi œsophagienne du *Galeus canis*, examinée au

microscope, présente (DRZEWINA, **1904** *a*) : 1) un épithélium cylindrique ; 2) une couche de tissu conjonctif assez serré, à éléments lymphoïdes rares ; 3) une épaisse couche de *muscularis mucosae*, suivie ; 4) d'une nouvelle couche de tissu conjonctif lâche, la sous-muqueuse, également pauvre en éléments lymphoïdes ; 5) une large bande de tissu lymphoïde (organe de Leydig) ; 6) une couche de tissu conjonctif lâche ; 7) une couche circulaire de muscles lisses ; 8) une seconde couche circulaire de muscles striés ; 9) une couche longitudinale musculaire (fig. IV).

Le parenchyme lymphoïde est trop homogène, pour qu'il soit possible d'y distinguer une substance corticale et une substance médullaire, comme dans les ganglions lymphatiques ; de plus, l'organe est dépourvu de capsule conjonctive propre ; toutefois, à la périphérie, on observe une série de sinus, revêtus d'un endothélium surbaissé, qui établissent une sorte de démarcation vis-à-vis des tissus enveloppants. Dans certains endroits la capsule est plus épaisse, des fibres conjonctives prenant part à sa constitution.

L'existence de sinus à la périphérie de l'organe semble être presque de règle ; dans le cas où les sinus manquent, les limites de l'organe sont moins nettes, les éléments lymphoïdes empiétant sur la couche du tissu conjonctif adjacent.

Le parenchyme lymphoïde est morcelé en une série de lobes, plus ou moins anastomosés, revêtus d'un endothélium mince : l'ensemble est parcouru par des sinus, des capillaires et des vaisseaux à large lumière, qui assurent une vascularisation abondante.

Les éléments cellulaires qui constituent l'organe en question sont inclus dans les mailles d'un réseau de nature controversée (travées et trabécules pour EDINGER, fibrilles conjonctives pour PILLIET et OPPEL). Dans le chapitre relatif au tissu réticulé (p. 85) j'ai eu déjà occasion d'exprimer mon opinion sur la nature de la charpente des organes lymphoïdes. C'est précisément dans l'œsophage du *Galeus canis*, traité par des méthodes appropriées, que j'ai pu mettre en évidence une trame réticulée de nature nettement cellulaire : de

petites cellules, souvent triangulaires, à noyau assez volumineux et pauvres en cytoplasma, émettent par leurs extrémités des prolongements, qui s'anastomosent avec ceux des cellules voisines et forment ainsi des mailles allongées, peu serrées. L'ordonnancement longitudinal est parfois bien prononcé (*Trygon pastinaca*), les éléments lymphoïdes étant alors disposés en longues séries linéaires.

Des fibres élastiques, des fibres et des faisceaux de fibres conjonctives parcourent la trame réticulée et assurent sa solidité. Par place, on voit s'y dessiner des sphincters musculaires, que l'on met bien en évidence, en traitant la coupe par le mélange de Van Gieson.

Chez les Sélaciens que j'ai étudiés, les cellules à granulations représentent la grande majorité des éléments de l'organe lymphoïde. Chez le *Galeus canis*, le cytoplasma leucocytaire est rempli de granulations petites et nombreuses, qui ont une électivité spéciale pour les colorants acides (fig. 7, *l. a.*). Le noyau est presque toujours excentrique, clair, vésiculeux, riche en suc nucléaire, à chromatine lâche. Mais parfois, aussi, le noyau est double ou encore lobé (à 2, 3, 4 lobes) et on a alors un acidophile à noyau polymorphe typique.

Si on traite les préparations de l'œsophage du *Galeus canis* par le triacide, on met en évidence deux sortes de cellules granuleuses : les unes, se colorant en rouge vif, sont des acidophiles, les autres, d'un ton rouge vineux, sont plutôt des neutrophiles. Ces dernières ont des granulations plus fines que les premières ; leur noyau est souvent central, arrondi. Cependant, à la suite de l'action du rouge Magenta et du Benda (fixation au liquide de Lindsay), toutes les granulations se colorent uniformément, mais assez faiblement, en vert.

En dehors des cellules à granulations, on ne trouve dans l'organe lymphoïde de *Galeus canis* guère que des lymphocytes. Le nombre de ces derniers est à peu près égal à celui des acidophiles ; leur cytoplasme est très réduit ; le volume du noyau varie du simple au double. Par place, les lymphocytes s'accumulent en plus grand nombre, en formant des sortes de petits îlots, qui tranchent par leur coloration sur le reste du parenchyme lymphoïde. Cepen-

dant, je ne crois pas qu'il soit possible de considérer ces petits îlots lymphocytaires comme des centres germinatifs, des « Keimcentren », au sens de Flemming, car je n'y ai pas trouvé de figures karyokinétiques, ce qui tient, peut être, aux conditions défavorables, dans lesquelles l'animal a été sacrifié. Un fait, en tout cas, attire l'attention : ce sont les transitions qui unissent les lymphocytes aux acidophiles : certains noyaux d'un amas lymphocytaire s'entourent de quelques granulations acidophiles, dont le nombre augmente de plus en plus, jusqu'à ce que la cellule atteigne le volume d'un acidophile typique : on dirait un lymphocyte, ayant élaboré des granulations acidophiles.

Il n'est pas rare de voir les lymphocytes en amitose, leur noyau s'étirant, affectant une forme en 8, un trait équatorial apparaissant ensuite entre les deux parties qui peuvent rester encore un certain temps réunies par un filet latéral.

Comme on l'a vu, les lymphocytes et les leucocytes granuleux sont les seuls éléments cellulaires importants de l'organe lymphoïde du *Galeus canis* (en dehors des cellules du reticulum). Cependant, la méthode de Dominici met en évidence de rares cellules, à noyau central, un peu plus condensé que celui des lymphocytes et à protoplasma assez volumineux, d'un bleu foncé, donc franchement basophile. Ces éléments sont probablement des mononucléaires, que la basophilie intense du cytoplasma et l'aspect du noyau permettraient de rapprocher des Plasmazellen.

Les deux sortes de leucocytes granuleux qui coexistent dans l'organe lymphoïde de l'œsophage du *Galeus canis* se retrouvent aussi dans celui du *Scyllium catulus* Cuv. En effet, dans les coupes de l'œsophage de cet animal, traitées par le triacide, on voit certains leucocytes renfermer des granulations colorées en orange, d'autres en rouge violacé (ces leucocytes granuleux sont très nombreux dans l'organe lymphoïde du *Scyllium*.) Au point de vue morphologique, cependant, il est difficile d'établir des différences quelconques entre ces deux sortes d'éléments : leur volume (9 μ en moyenne), leur forme

(arrondie, parfois angulaire), l'aspect de leur noyau et le rapport que celui-ci affecte avec le cytoplasma semblent être les mêmes dans les deux cas. Les granulations de ces deux types, assez fines en général, sont plus ou moins grandes, plus ou moins serrées; elles sont toujours de forme arrondie. Les cellules à granulations bacilliformes, que RAWITZ (**1900**) signale dans le sang de la Roussette, me semblent manquer dans l'organe lymphoïde. Le noyau est souvent vésiculeux, arrondi, central, plus rarement incurvé, bourgeonnant ou double, aussi bien dans les cellules à granulations orangeophiles que dans les leucocytes neutrophiles.

A côté des leucocytes granuleux, on distingue des mononucléaires, à gros noyau, renfermant un nucléole fuchsinophile central. Le cytoplasma de ces éléments est homogène et relativement peu développé; d'ailleurs, il n'y a pas de limites précises entre ces mononucléaires et les lymphocytes, autour desquels le cytoplasma forme une bordure à peine décelable. Certains noyaux lymphocytaires semblent être entourés d'une faible auréole de granulations.

Chez le *Trygon pastinaca* Müll. Henl., les cellules à granulations forment également la grande majorité des éléments cellulaires de l'organe lymphoïde, mais la manière dont elles se comportent vis-à-vis des différents colorants employés est tellement variable, qu'il est vraiment difficile de dire à quelle espèce leucocytaire il faudrait les rapporter.

En effet, si on traite les coupes par le rouge Magenta et le Benda, ou par la safranine et le vert lumière, les granulations se colorent par le Magenta ou par la safranine (fig. 13), ce qui indique qu'elles ont une affinité pour les colorants basiques. Toutefois, à côté des cellules à granulations rouges, on en voit d'autres, le plus souvent polygonales, dont le corps cytoplasmique est acidophile et finement granuleux. Les granulations acidophiles de ce dernier type ne sont pas toujours distinctes, de sorte que l'on aurait souvent tendance à voir dans ces éléments des mononucléaires à cytoplasma homogène, acidophile.

Dans les coupes, traitées par le bleu d'Unna et l'éosine, les granulations se colorent par l'éosine, mais pas d'une manière intense. Le bleu d'Unna, employé seul, les teinte en vert brillant, émeraude. Mais on trouve aussi des cellules assez nombreuses qui ont un cytoplasma tantôt homogène, tantôt finement granulé, se colorant en bleu, moins foncé, il est vrai, que celui du noyau.

Enfin, si on s'adresse à des coupes, fixées par le Zenker iodé et colorées par l'éosine-orange, bleu de toluidine, on distingue nettement deux sortes de cellules granuleuses, dont les unes, à granulations un peu plus volumineuses, se sont colorées par l'orange, tandis que les autres ont fixé l'éosine.

Comme on le voit, la classification des leucocytes granuleux de l'œsophage du *Trygon pastinaca* est à peu près impossible dans la conception actuelle, basée essentiellement sur l'analyse chromatique, leurs réactions colorantes ne présentant aucune fixité. En tout cas, il semble ressortir de ce qui est dit plus haut, qu'il y a dans l'organe lymphoïde du *Trygon* coexistence de deux types de leucocytes granuleux.

Le noyau des cellules granuleuses est souvent excentrique, unique ou double, rond ou incurvé, riche en suc nucléaire, à réseau chromatique plus ou moins dense, à plusieurs karyosomes. Son volume est variable, parfois il est très volumineux par rapport à la cellule.

Dans certaines cellules à granulations orangeophiles (éosine-orange, bleu de toluidine), on voit des granulations non plus arrondies, comme c'est le cas habituel, mais en forme de courts bâtonnets trapus.

Les leucocytes granuleux sont tantôt irrégulièrement disséminés, tantôt réunis par petits groupes. D'autre part, les lymphocytes sont également réunis en amas, surtout au voisinage de la tunique musculaire. Ces derniers éléments présentent des variations de taille assez considérables : le plus souvent ils mesurent 6 μ, mais certains d'entre eux, malgré le faible développement du corps cellulaire, atteignent une longueur de 12 μ.

L'organe lymphoïde de la *Raja clavata* Rond. est surtout intéressant à examiner au point de vue des réactions colorantes que présentent les cellules granuleuses. J'ai déjà distingué dans l'œsophage du *Galeus canis* des cellules à granulations acidophiles, et d'autres, à granulations plus petites, neutrophiles. Or, la chose est beaucoup plus évidente, et même d'une netteté tout à fait exceptionnelle, chez la Raie.

Les coupes, fixées au sublimé ou au Zenker iodé, et colorées par l'éosine-orange, bleu de toluidine, renferment des quantités de cellules, à granulations relativement énormes, colorées en un orange très vif. Ce sont les mêmes éléments, que Siawcillo (1895) a vus dans le sang de cet animal et qu'il appelle d'une manière si expressive « les magnifiques éosinophiles de la Raie. »

A côté de ces éosinophiles (plus exactement orangeophiles), on distingue des cellules plus petites, à noyau presque toujours excentrique, et dont le cytoplasma, coloré en rouge, semble être homogène, de sorte qu'on croirait avoir sous les yeux des mononucléaires. Mais le triacide décèle dans ces prétendus mononucléaires de très nombreuses granulations, colorées en rouge vineux, granulations beaucoup plus petites que les énormes granulations orangeophiles de la préparation précédente (fig. 14). Ces dernières se sont colorées dans le triacide également en orange (fig. 15), et les deux sortes de granulations : acidophiles et neutrophiles, sont tellement différentes ici, comme taille et comme coloration, qu'il est impossible de les confondre.

Dans les coupes, traitées par le rouge Magenta et le Benda, les grosses granulations se colorent en vert, de sorte que leur acidophilie semble être bien prononcée. Ce fait a un certain intérêt, car le tissu lymphoïde du testicule de la Raie renferme des cellules identiques à celles-ci, à grosses granulations, prenant également l'orange du triacide, mais s'emparant du colorant nucléaire dans le procédé Magenta-Benda.

Des lymphocytes, irrégulièrement disséminés ou réunis par petits

groupes, complètent la série des éléments leucocytaires de l'organe lymphoïde de la Raie.

L'aspect lobuleux de l'organe est très net chez le *Mustelus vulgaris* Müll. Henl. Parfois, on a un lobule isolé, séparé des voisins par des sinus, plus ou moins vastes. Un endothélium surbaissé qui revêt la surface des lobes est très distinct. Outre les sinus et les capillaires sanguins et lymphatiques, l'intimité de l'organe présente de gros vaisseaux sanguins à parois épaisses. Les cellules granuleuses constituent ici, comme d'ailleurs dans tous les organes lymphoïdes de l'œsophage des Sélaciens, la grande majorité des éléments. Leur acidophilie est fort bien prononcée ; elles ont un noyau excentrique, vésiculeux, incurvé ou un peu lobé, parfois double, pauvre en chromatine, à un ou plusieurs karyosomes.

Dans les colorations par la safranine et le vert lumière ou par le Magenta et le Benda, invariablement les granulations s'emparent assez énergiquement du colorant acide. Le bleu d'Unna, employé seul, leur communique une teinte verte. Les granulations sont arrondies, serrées, assez petites, de volume égal. En général, les éléments de l'organe œsophagien du *Mustelus* ne sont pas de forte taille : ainsi les leucocytes granuleux ont en moyenne 6 μ ; les lymphocytes ont à peu près la même taille.

L'organe lymphoïde du *Torpedo marmorata* Risso présente certaines particularités intéressantes à noter. Dans les coupes de l'organe, fixées au Lindsay, et colorées par le rouge Magenta et le vert lumière, on observe deux sortes de cellules granuleuses : les unes, colorées en rouge par le Magenta, donc basophiles, les autres en vert, par le vert lumière, donc acidophiles. Les cellules acidophiles sont plus nombreuses que les basophiles, et leurs granulations sont plus petites. L'énergie, avec laquelle elles fixent le colorant acide n'est pas toujours la même ; certaines d'entre elles se distinguent par la coloration verte beaucoup plus intense que celle de la majorité de ces éléments. Leur noyau est volumineux et occupe souvent la totalité presque du corps cellulaire ; il est pauvre en chro-

matine, vésiculeux, ou encore sa chromatine est condensée en 1-2-3 gros chromosomes. Les granulations tantôt forment une mince bordure autour du noyau, tantôt se groupent d'un seul côté de lui, tantôt des deux, de sorte que la cellule est un peu fusiforme. Les granulations sont toujours fines, nombreuses, serrées.

Les cellules à granulations basophiles sont intimement mélangées aux précédentes. Leur volume, la taille et l'aspect de leurs granulations n'offrent aucune indication précise qui permettrait de les distinguer des cellules acidophiles, dont elles ne diffèrent, en somme, que par l'affinité colorante des granulations. Ces dernières sont arrondies ou allongées en bâtonnets ou en forme de grains de blé : dans la même cellule, toutes les granulations sont rondes, ou bien il n'y a que des formes en bâtonnets, ou bien encore les deux formes sont intimement mélangées. Les granulations en bâtonnets sont peu serrées (fig. 24), souvent elles masquent en partie le noyau ; souvent encore elles sont disséminées à la périphérie du corps cellulaire.

Les leucocytes à granulations bacilliformes ont été signalés dans le sang du *Scyllium catulus* par Rawitz (**1900**). Cet auteur croit que les granulations en bâtonnets sont de véritables bactéries phagocytées, et il donne le nom de « Bacterienhaltige Zellen » aux cellules en question. Grünberg, cependant (**1901**), qui a également étudié le sang du *Scyllium catulus*, n'est pas d'accord avec Rawitz quant à la signification des granulations bacilliformes : la manière dont les granulations en bâtonnets se colorent prouverait que ce ne sont pas là des bactéries ; et, en effet, les microbes dans les cellules n'offrent jamais une éosinophilie aussi intense que celle indiquée par Rawitz.

Pour ma part, je ne crois pas non plus qu'il s'agisse de bactéries englobées dans le cas des granulations en bâtonnets. La variabilité des granulations, qui trouve son expression dans des variations de taille, d'affinité chromatique,... pourrait tout aussi bien s'exprimer par un changement de forme, certaines granulations s'allongeant en bâtonnets. Il serait vraiment difficile de soutenir que les leucocytes à granulations en bâtonnets, si nombreux dans l'œso-

phage de la Torpille, soient tous des microphages, au corps bourré de bacilles. J'ajoute, que je n'ai jamais vu de vacuoles digestives autour des granulations bacilliformes de l'œsophage de la Torpille[1].

Dans les préparations, traitées par l'éosine-orange, bleu de toluidine, les granulations bacilliformes se retrouvent encore, mais elles sont alors moins nettes. La distinction entre granulations acidophiles et granulations basophiles s'efface considérablement avec l'emploi de cette méthode. Toutefois, on constate encore que les cellules ont leurs granulations colorées les unes plutôt en orange, les autres plutôt en rouge. A ces éléments se mélangent intimement des cellules à noyau excentrique central, et à corps cytoplasmique finement granuleux, faiblement coloré par le bleu de toluidine.

Si on colore les coupes, fixées au liquide de Lindsay, par le bleu d'Unna seul, on voit encore subsister la distinction entre leucocytes acidophiles et basophiles, certaines cellules présentant leurs granulations colorées en bleu, d'autres en vert.

Le nombre de cellules granuleuses est tellement élevé dans l'organe œsophagien de la Torpille, qu'au premier abord on croirait qu'elles remplissent à elles seules toutes les mailles du reticulum. Un examen plus attentif, cependant, fait distinguer, à côté d'elles, des mononucléaires et des lymphocytes. Ces derniers sont assez volumineux : leur noyau renferme 2-3 gros nucléoles acidophiles.

Un organe lymphoïde, analogue à celui des Sélaciens, semble faire défaut dans l'œsophage des Téléostéens. La muqueuse œsophagienne, en effet, repose ici directement sur la tunique musculaire, qui acquiert parfois une épaisseur considérable. Il est à remarquer

[1] Knoll (cité d'après Grünberg) a vu des granulations en bâtonnets dans le sang de la Raie. Siawcillo (1895) décrit dans le sang de *Raja denticulata* des cellules à cristaux en forme de fines aiguilles. Des granulations bacilliformes ont été vues par Bizzozero dans le sang des Oiseaux et par Meinertz (1902) dans le sang de l'*Emys lutaria*. Grünberg (1901) ne les a jamais rencontrées chez les Amphibiens, par contre il les signale chez la *Lacerta viridis*. Jolly (1900) signale dans la moelle osseuse du Cobaye des granulations éosinophiles, en forme de bâtonnets ou de grains de blé. D'ailleurs, Ehrlich fut le premier à attirer l'attention sur cette forme particulière des granulations ; il les décrit sous le nom de « cristalloïdes » chez la Grenouille et les Oiseaux.

cependant que, si l'œsophage des Téléostéens ne présente pas de gros amas lymphoïdes à localisation précise, on observe souvent dans la muqueuse et la sous-muqueuse œsophagienne une infiltration leucocytaire très abondante, et, dans certains cas même, le tissu conjonctif sous-muqueux présente un caractère adénoïde des plus typiques.

Parmi les Téléostéens dont j'ai examiné l'œsophage à ce point de vue, plusieurs présentent une muqueuse et une sous-muqueuse relativement pauvres en éléments lymphoïdes, tels le *Bothus rhombus*, la *Tinca vulgaris* Cuv., le *Cantharus lineatus* Günth., etc. Dans l'œsophage de l'*Anarrhichas lupus* L., Haus (**1897**) n'a vu que des leucocytes isolés entre les fibres conjonctives.

Chez d'autres Téléostéens, cependant, la richesse de l'œsophage en éléments lymphoïdes est fort bien prononcée, par exemple chez le *Cobitis fossilis* L. et le *Cyprinus carpio* L.

La richesse de l'œsophage du *Cobitis fossilis* en éléments lymphoïdes a été déjà remarquée par Lorent (**1878**). La muqueuse et la sous-muqueuse de l'œsophage de ce Poisson renferment un grand nombre de leucocytes, qui s'accumulent surtout vers la portion interne de la sous-muqueuse à la base des replis œsophagiens. De là, ils pénètrent dans les replis eux-mêmes, de sorte que le corps de ceux-ci est formé par une sorte de tissu adénoïde. On y distingue surtout des lymphocytes, des leucocytes à noyau incurvé ou à noyau bilobé, dont les lobes sont réunis par un filament mince, et, enfin, des mononucléaires à noyau arrondi, central, beaucoup plus volumineux que les éléments à noyau incurvé. Dans les coupes, fixées au Lindsay et colorées par la safranine et le Benda, leur cytoplasma prend le colorant acide ; il est légèrement basophile dans les coupes, fixées au Zenker iodé et colorées à l'éosine-orange, bleu de toluidine.

Chez un exemplaire de *Cobitis fossilis*, qui présentait une cirrhose avancée du foie, j'ai trouvé entre autres éléments de nombreux leucocytes à petit noyau excentrique et à cytoplasma relativement bien développé, fortement acidophile, tantôt homogène, tantôt très

finement granulé. Ce sont les mêmes éléments que j'ai déjà eu occasion de signaler dans le rein du même animal. Dans d'autres exemplaires, ces éléments m'ont paru manquer.

La proportion des éléments leucocytaires dans l'œsophage de *Cyprinus carpio* L. est plus considérable encore que dans celui de la Loche. Entre la tunique musculaire et la muqueuse œsophagienne soulevée en plis, s'étend une couche assez épaisse correspondant à la sous-muqueuse, mais présentant ici un caractère lymphoïde très net : une trame réticulée, abondamment infiltrée de leucocytes. Ces derniers sont surtout nombreux vers la face profonde de la sous-muqueuse qui envoie des prolongements dans les plis œsophagiens. Les éléments leucocytaires appartiennent à deux types : lymphocytes de petite taille (*3* μ) et mononucléaires, entourés d'un cytoplasma homogène, basophile. De nombreuses petites cellules pigmentaires, à noyau excentrique et à fines granulations jaunes, sont irrégulièrement disséminées entre les éléments leucocytaires.

Ainsi, la portion initiale du tube digestif présente une proportion plus ou moins notable de tissu lymphoïde, et dans certains cas même (Sélaciens) elle est le siège d'une localisation lymphoïde affectant les dispositions d'un véritable organe.

Dans d'autres parties du tube digestif des Ichthyopsidés, le tissu lymphoïde est plus ou moins développé, suivant la région et suivant le type animal considéré. Souvent, le tissu en question n'est représenté que par une infiltration plus ou moins abondante, ou par des traînées de substance adénoïde sans limites précises, — premiers indices d'un système lymphoïde hautement différencié chez les Vertébrés supérieurs ; mais plus d'une fois aussi, les amas leucocytaires localisés rappellent exactement les follicules lymphoïdes des Vertébrés supérieurs, de sorte que la considération d'Oppel (**1897**) : « Während wir bei niederen Vertebraten zwara uch lymphoïde Zellen in grosser Zahl auftreten sehen, kommt es doch erst bei höheren Vertebraten zur Bildung von Noduli », ne me semble pas être exacte.

Je passerai en revue un certain nombre de représentants du groupe des Ichthyopsidés, en indiquant pour chacun d'eux la part, qui revient au tissu lymphoïde dans la constitution de l'estomac, du duodenum, de l'intestin moyen, voire de la valvule spirale et de l'intestin postérieur.

Myxine glutinosa L. — Le tissu lymphoïde de l'intestin de la Myxine présente, d'après Maas (**1899**), un développement très considérable. Dans l'intestin moyen, entre le *stratum compactum* et la couche de muscles circulaires, on trouve une zone relativement puissante de tissu lymphoïde lâche, richement vascularisé, tantôt formant des gaines autour des vaisseaux, tantôt des amas leucocytaires plus ou moins volumineux. Entre autres, on voit des « Riesenkerne », dépassant 20 fois le diamètre d'une cellule ordinaire. La couche épaisse de tissu lymphoïde de l'intestin moyen se continue par une mince couche adénoïde dans l'intestin antérieur et postérieur.

Le tissu lymphoïde en question serait un lieu de formation de globules blancs, car, dans les vaisseaux de l'intestin moyen, la proportion de ces éléments est plus considérable qu'ailleurs ; les rapports que ce tissu affecte avec les voies sanguines pourraient le faire comparer à la rate des Vertébrés supérieurs : ce serait « eine diffuse Milz ».

Ammocoetes branchialis L. — Dans l'intestin moyen des Petromyzontidés, Edinger (**1877**) décrit des plis longitudinaux surbaissés, courant parallèlement jusqu'à l'extrémité de l'intestin ; ils sont formés d'un tissu conjonctif délicat, infiltré de leucocytes. Un de ces plis longitudinaux loge une forte artère et une veine, et fait saillie dans la lumière de l'intestin. Ce repli fait un tour de spire le long de l'intestin. Il a été décrit pour la première par Rathke (**1826**), qui lui donna le nom de « Spiralklappe ». Ainsi, pour Edinger, la valvule spirale aurait la même valeur morphologique qu'un repli ordinaire de l'intestin. Neuville (**1901**) n'est pas de cet avis : chez les Cyclostomes, dit-il, les replis intestinaux sont de simples évaginations de la muqueuse ; la valvule cependant renferme du tissu caverneux qui est largement intéressé à sa constitution.

D'après Bizzozero (**1892**), la valvule spirale de l'Ammocète doit être considérée comme une duplicature de la paroi intestinale, dépassant de beaucoup cette dernière par la proportion du tissu caverneux qu'elle renferme. Celui-ci est formé par l'anastomose des trabécules connectives, limitant entre elles de nombreuses lacunes sanguines, généralement assez vastes : les superficielles sont plus petites et arrivent jusqu'à l'épithélium cylindrique, dont elles ne sont séparées que par la membrane limitante. L'auteur se propose avant tout d'établir le rôle de l'épithélium des fornices (invaginations des deux côtés de la valvule) dans la régénération des cellules épithéliales.

La figure I (p. 191), qui représente une coupe totale à travers le corps de l'Ammocète, met en lumière la part considérable que joue le tissu lymphoïde (« tissu caverneux » des auteurs) dans la constitution de la valvule. On voit, en effet, que le corps de la valvule est presque exclusivement formé par du tissu lymphoïde, abondant aussi dans la paroi intestinale.

L'artère axiale de la valvule apparaît, sur une coupe transversale, comme entourée d'une forte gaîne lymphoïde, de laquelle émanent des travées ramifiées et anastomosées ; celles-ci sillonnent le corps de la valvule et se continuent jusqu'à la mince couche conjonctive, sous-jacente à l'épithélium, richement infiltré de leucocytes. Dans la partie basale, plus effilée, de la valvule, les travées sont plus rapprochées, et les espaces, qu'elles limitent, plus réduits.

Si on fait abstraction des follicules à centre germinatif, une coupe menée à travers la valvule spirale de l'Ammocète rappelle beaucoup une coupe de ganglion lymphatique : les travées lymphoïdes anastomosées représentent les cordons folliculaires, et les intervalles qui les séparent correspondent aux sinus[1]. D'autre part, le tissu lymphoïde formant le corps de la valvule de l'Ammocète se rapproche par sa conformation à l'organe lymphoïde du cœur de l'*Acipenser*

[1] Il faut remarquer, toutefois, que les espaces entre les travées lymphoïdes sont occupés par des sinus sanguins et non par des lymphatiques, et à ce point de vue, la valvule spirale de l'Ammocète pourrait plutôt être comparée à une glande hémo lymphatique.

ruthenus L. ou de l'*Acipenser Güldenstädtii* Brandt (chap. V).

Dans la paroi intestinale elle-même, entre la mince tunique musculaire externe et la couche conjonctive, située au-dessous de l'épithélium cylindrique, se trouve une couche relativement importante de tissu « caverneux », tissu qui me semble différer un peu de celui de la valvule : notamment les travées limitant des espaces occupés par des hématies et des leucocytes ont ici un caractère conjonctif très net, et sont relativement peu infiltrées de leucocytes.

La grande majorité des éléments constitutifs du tissu lymphoïde de la valvule spirale de l'Ammocète est représentée par de petits lymphocytes, dont la faible bordure cytoplasmique prend soit un colorant acide, soit un colorant basique, sans intensité toutefois. A côté de ces petits lymphocytes, on en voit d'autres, qui s'en rapprochent par la structure nucléaire et le faible développement du cytoplasma, mais qui sont deux fois plus volumineux ; certains éléments lymphocytaires, à noyau clair, vésiculeux, présentent un gros karyosome central.

Dans les coupes, fixées au Zenker iodé et colorées par l'éosine-orange, bleu de toluidine, un grand nombre de leucocytes à granulations fines, nombreuses, serrées, se colorent vivement par l'orange, d'autres plutôt par l'éosine. Ces leucocytes à granulations acidophiles ont le plus souvent un noyau excentrique, arrondi, parfois double ou multilobé ; leur cytoplasma est fort bien développé par rapport au noyau et bourré de granulations. Ces éléments sont disséminés en abondance aussi bien dans la valvule que dans le tissu caverneux de la paroi intestinale : ils s'insinuent dans la couche conjonctive, sous-jacente à l'épithélium, et pénètrent même dans les vaisseaux et les sinus de la valvule. Dans les mêmes coupes, on voit encore des mononucléaires à cytoplasma homogène, basophile et à noyau souvent excentrique, présentant un vrai nucléole acidophile.

Si on applique aux coupes le triacide d'Ehrlich, les granulations se colorent intensivement en un rouge un peu orangé. Vues leurs réactions colorantes, les leucocytes granuleux de l'intestin spiralé de

l'Ammocète me semblent plutôt des acidophiles, que de vrais neutrophiles.

Le tissu lymphoïde, dont le développement est si considérable dans l'intestin de l'Ammocète, se réduit à des traces insignifiantes chez l'animal adulte. Nous le voyons réapparaître dans des proportions fort notables dans l'intestin des Sélaciens.

Pilliet (**1890**) décrit dans la portion comprise entre l'estomac et la valvule spirale des Sélaciens (portion qui constitue chez les Ichthyopsidés un véritable duodenum) des organes lymphoïdes « muqueux », visibles surtout chez la *Lamna cornubica* et la Torpille. Ils affectent trois aspects : 1) infiltration en masse, occupant la base des glandes de Lieberkühn et se prolongeant entre ces glandes, jusqu'à la surface de la muqueuse ; 2) amas lenticulaires sous-muqueux, semblables à ceux qui existent normalement dans l'estomac de l'homme ; 3) véritables follicules, à la surface desquels les glandes n'existent plus. — Dans la lame spirale on constate une infiltration partielle de la charpente des villosités, considérable sur certains points, inégalement répartie.

Kantorowicz (**1897**), dans son étude sur la structure et le développement[1] de la valvule spirale des Sélaciens, soutient que la paroi intestinale et la valvule spirale ont une structure différente et décrit ainsi la coupe transversale de cette dernière : 1) couche épithéliale ; 2) stratum proprium ; 3) couche de fibres musculaires circulaires ; 4) couche de fibres musculaires longitudinales ; 5) couche de fibres circulaires ; 6) stratum proprium ; 7) épithélium. — A la limite extérieure des deux couches musculaires s'étend une très mince couche « eine ausserordentlich dünne Schicht » de tissu adénoïde, qui envoie des prolongements minces dans les villosités. L'auteur ajoute, qu'il n'a trouvé dans l'intestin des Sélaciens ni glandes, ni cellules caliciformes : cette dernière constatation, ainsi que celle sur la « très mince

[1] La formation de la valvule spirale se fait, d'après cet auteur, par invagination (« Einbuchtung ») de l'épithélium et du mésenchyme ; celui-ci, soumis à la pression dans deux points, soulève activement l'épithélium, qui jouerait ainsi (contrairement à l'opinion de Rückert) un rôle passif dans le développement de la valvule.

couche » de tissu adénoïde dans la valvule spirale des Sélaciens, sont inexactes, ainsi qu'on peut le constater facilement.

J'ai pu étudier l'intestin des Sélaciens suivants : *Scyllium catulus* Cuv., *Galeus Canis* Rond., *Mustelus vulgaris* Müll. et Henl., *Raja clavata* L. et *Trygon pastinaca* L.

La valvule spirale ne commence pas chez tous les Sélaciens immédiatement à la suite du pylore ; certains présentent, en effet, entre l'estomac et l'intestin spiralé une portion plus ou moins longue, correspondant au duodenum des Vertébrés supérieurs et décrite le plus souvent sous le nom de « Bursa Entiana » (Redeke, **1900**) ; Helbing (**1903**) lui donne le nom d'intestin moyen.

Or, la paroi, souvent fort épaisse, de la « Bursa Entiana » renferme chez certains types de Sélaciens une proportion fort notable de tissu lymphoïde, comme Pilliet (**1900**) l'a indiqué pour la *Lamna cornubica* et la Torpille.

Mustelus vulgaris Müll. Henl. — La sous-muqueuse de la « Bursa Entiana » est le siège d'une infiltration leucocytaire relativement peu abondante. Par place, cependant, les leucocytes s'accumulent en quantité considérable et forment soit de véritables follicules, assez volumineux, entourés d'une capsule conjonctive propre, soit des amas diffus, dépourvus de limites précises. Les follicules sont disséminés en plein tissu sous-muqueux, tantôt rapprochés de l'épithélium glandulaire, tantôt au voisinage de la tunique musculaire, dont les faisceaux musculaires peuvent être également infiltrés d'éléments lymphoïdes.

Dans les follicules et les traînées on distingue surtout des lymphocytes de petite taille, à mince bordure cytoplasmique ; certains d'entre eux ont une taille beaucoup plus élevée (10 μ) et présentent alors un noyau vésiculeux, caractéristique, à deux gros karyosomes.

La valvule spirale du même Poisson est également infiltrée de nombreux leucocytes, surtout au niveau de la couche de tissu conjonctif, formant le corps de la valvule. Par place, surtout à la base des plis, les éléments leucocytaires s'accumulent en grand nombre et

forment tantôt des traînées plus ou moins volumineuses, tantôt de véritables nodules. Parfois, ils pénètrent, en abondance, dans l'épaisseur des plis, qu'ils distendent alors fortement ; on les retrouve enfin en quantité considérable dans les vaisseaux qui sillonnent la couche conjonctive de la valvule.

La valvule renferme les mêmes éléments que la *Bursa Entiana* : petits lymphocytes à cytoplasme peu décelable. Les mitoses d'éléments leucocytaires n'étaient pas nombreuses dans les cas que j'ai étudiés.

Galeus canis Rond. — La partie médiane de la valvule chez ce Poisson est occupée par une épaisse couche de tissu conjonctif fibreux, parcouru de faisceaux musculaires. Entre cette couche conjonctive et l'épithélium recouvrant les deux faces de la valvule, s'étend une assise puissante d'un tissu lymphoïde des plus typiques, dessinant sur des coupes transversales une large nappe ininterrompue, d'aspect homogène.

La composition du tissu lymphoïde de la valvule de *Galeus canis* diffère considérablement de celle signalée pour l'œsophage : au lieu d'une prépondérance des leucocytes à granulations, on observe presque exclusivement des lymphocytes de petite taille, et, accessoirement, des mononucléaires à cytoplasme plutôt acidophile, ainsi que des leucocytes granuleux, à noyau souvent polymorphe, à granulations fines et nombreuses.

Scyllium catulus Cuv. et *Scyllium canicula* L. — La paroi intestinale et la valvule spirale des Roussettes sont pauvres en tissu lymphoïde ; cependant, certains plis, plus volumineux, de la valvule présentent une infiltration leucocytaire abondante, aboutissant parfois à un véritable tissu adénoïde. Chez un exemplaire de *Scyllium* (?) qui me fut envoyé de la station maritime de Saint-Vaast la Hougue, j'ai constaté, entre autres éléments, dans le tissu adénoïde des plis valvulaires, de nombreux leucocytes granuleux. Ces derniers sont irrégulièrement allongés ou polyédriques : ils ont un noyau souvent polymorphe et des granulations très fines et nombreuses, se colorant par l'éosine d'une manière élective.

Raja clavata L. — Dans la valvule spirale de cet animal, le tissu lymphoïde acquiert un développement plus considérable que chez la Roussette. En effet, des deux côtés de la couche conjonctive médiane s'étend, chez la Raie, une large nappe lymphoïde, homogène, qui atteint son maximum de développement vers le bord libre de la valvule, et qui peut dans certaines régions former, à elle seule, presque toute l'épaisseur de la valvule ; elle se continue sans interposition aucune jusqu'à la couche épithéliale, remplissant les plis larges et surbaissés de la muqueuse. Des fibres et des faisceaux de fibres conjonctives sillonnent dans toutes les directions l'ensemble de cette formation.

Au voisinage des plis, la nappe lymphoïde a une structure plus lâche : dans les mailles du reticulum, souvent libres, on distingue surtout des lymphocytes et des acidophiles.

Trygon pastinaca L. — La valvule du Trygon est pourvue d'une puissante musculature, séparée de l'épithélium par une couche assez épaisse de tissu lymphoïde. Celui-ci comprend surtout des lymphocytes, à cytoplasma faiblement développé, et en second lieu des mononucléaires et des leucocytes granuleux à noyau souvent central.

Avant de passer à l'étude du tissu lymphoïde intestinal des Ganoïdes, je désire attirer l'attention sur les différences notables qui existent entre la conformation du tissu lymphoïde de l'œsophage et celui de l'intestin chez les Sélaciens, et qui portent non seulement sur l'architecture générale du tissu, mais surtout sur la diversité des types leucocytaires. Dans l'œsophage, ce sont des leucocytes granuleux qui forment l'élément de beaucoup prédominant ; dans l'intestin, la prédominance appartient aux lymphocytes.

Il serait peut-être exagéré de dire que l'œsophage et l'intestin offrent à ce point de vue des différences aussi tranchées que les organes générateurs des séries lymphogène et myélogène des Vertébrés supérieurs, et que les masses œsophagienne et intestinale sont aussi éloignées l'une de l'autre, que la moelle osseuse d'un ganglion lymphatique. Néanmoins, il semble bien que les deux régions anato-

miques en question ne sont pas simplement le siège d'une infiltration leucocytaire quelconque, mais offrent des formations différenciées, douées d'une physionomie propre, caractéristique pour l'organe et pour l'espèce considérés.

Le tube digestif des Ganoïdes a été étudié par MACALLUM (1886). Dans la portion antérieure de l'intestin moyen de l'*Acipenser*[1], le tissu adénoïde est, selon l'auteur, très faiblement (« very scantly ») représenté : dans la valvule spirale, par contre, il acquiert un développement très considérable et forme de vrais follicules lymphoïdes, dont on peut compter jusqu'à dix-sept sur une section verticale de la valvule. A la loupe, les follicules de la valvule, de couleur blanchâtre, apparaissent irrégulièrement disséminés ou réunis par petits groupes, rappelant complètement les plaques de Peyer des Vertébrés supérieurs. Au voisinage de l'épithélium valvulaire, les follicules sont de forme ronde ou ovalaire, près du centre de la valvule leurs contours sont plus irréguliers. Le tissu conjonctif périfolliculaire est de consistance dense ; le secouage permet de mettre en évidence, dans l'intérieur des follicules, un réseau fibrillaire serré. En résumé, l'auteur constate, sans plus de détails, que les organes lymphoïdes, décrits par HYRTL chez le Sterlet et par AYERS chez le *Lepidosiren*, ont une structure analogue aux follicules lymphoïdes de l'*Acipenser*.

Acipenser ruthenus L. — La paroi intestinale, ou plutôt la muqueuse et la sous-muqueuse de l'intestin, de l'*Acipenser ruthenus* sont infiltrées en proportion plus ou moins notable d'éléments leucocytaires, qui s'accumulent surtout à la base des glandes. Mais c'est dans la valvule spirale que le tissu lymphoïde acquiert un développement des plus considérables. Le tissu conjonctif de la sous-muqueuse de la paroi intestinale abandonne celle-ci, pour pénétrer dans la valvule et former son stroma. Entre la couche médiane de tissu

[1] L'auteur n'a pas pris soin d'indiquer l'espèce étudiée ; il s'agit probablement de l'*Acipenser sturio*.

conjonctif et l'épithélium recouvrant les deux faces de la valvule, s'étend une couche lymphoïde à éléments assez peu serrés. Vers le bord libre, élargi, de la valvule, la couche de tissu conjonctif se bifurque en quelque sorte, et l'espace compris entre les deux branches divergentes est occupé par une masse de tissu lymphoïde.

Une coupe pratiquée à ce niveau comprend : 1) un épithélium glandulaire; 2) une couche lymphoïde; 3) une couche conjonctive; 4) une large nappe lymphoïde, sillonnée par de nombreuses et minces traînées conjonctives, qui assurent sa solidité, et par des traînées beaucoup plus fortes, qui y découpent des follicules arrondis; 5) une nouvelle couche conjonctive; 6) une couche lymphoïde, et enfin 7) un épithélium glandulaire.

C'est donc vers le bord libre de la valvule que le tissu lymphoïde prend le développement le plus considérable, en y formant de véritables follicules, nettement individualisés, entourés d'une capsule conjonctive propre. Le mélange de Van Gieson communique une teinte rouge au stroma de la capsule conjonctive de ces follicules, mais tandis que celle-ci est habituellement formée par des éléments fibreux, chez l'*Acipenser ruthenus* on a plutôt l'impression d'un tissu embryonnaire.

La capsule périphérique n'envoie pas de cloisons dans la profondeur du follicule; de temps à autre, cependant, des traînées conjonctives se détachent de la couche périphérique et s'engagent plus ou moins profondément dans la masse du follicule.

Les glandes, très abondantes sur les deux faces de la valvule[1], contractent parfois avec les follicules des relations intimes; on les voit, en effet, pénétrer dans ceux-ci, en refoulant devant elles la capsule conjonctive; le follicule, plus ou moins profondément invaginé, coiffe ainsi en quelque sorte le cul de sac glandulaire; la capsule conjonctive, formant la limite entre les deux, semble persister toujours.

Une disposition semblable a été décrite par Klaatsch (1893) dans

[1] D'après Macallum (1886), ces glandes sont analogues aux glandes de Lieberkühn des Vertébrés supérieurs.

les plaques de Peyer de l'*Echidna* : les glandes de Lieberkühn s'engagent dans les follicules, de sorte que la portion lymphoïde apparaît comme une « Umhüllung der Drüsenschläuche ». Ce serait là une disposition primitive, propre aux Monotrèmes.

Chez le Sterlet, de larges traînées de tissu lymphoïde pénètrent entre la base des glandes, et s'insinuent entre les follicules voisins qu'ils séparent les uns des autres.

Les éléments lymphoïdes, qui prennent part à la constitution des follicules et des traînées sont surtout des lymphocytes de petite taille (6 μ), à cytoplasma peu décelable. Parmi les lymphocytes, certains ont un noyau incurvé et un cytoplasme un peu plus développé. Les mononucléaires véritables sont rares. On trouve par contre assez fréquemment dans les follicules des leucocytes à granulations, qui prennent l'éosine du mélange de Dominici.

Acipenser Güldenstädtii Brandt. — Dans mes coupes de la valvule spirale de l'*Acipenser Güldenstädtii*, des follicules lymphoïdes bien individualisés semblent manquer, et on ne trouve que des amas lymphoïdes, fort bien développés d'ailleurs, interposés entre la couche conjonctive médiane et l'épithélium glandulaire, recouvrant les deux faces de la valvule. Vers le bord libre de celle-ci, le tissu lymphoïde forme une large nappe, parcourue par des sinus étroits, sinueux. Ce dernier envoie des prolongements, qui s'insinuent entre les glandes, et forme le corps des replis valvulaires. Des diverticules épithéliaux des tubes glandulaires s'engagent par places en plein parenchyme lymphoïde.

Les éléments du tissu lymphoïde de la valvule spirale de l'*Ac. Güldenstädtii* sont : 1) des petits lymphocytes qui forment la grande majorité des éléments ; 2) des leucocytes à granulations acidophiles. Ces derniers sont surtout nombreux à la base de l'épithélium ; à mesure qu'on se rapproche du centre de la valvule, leur nombre diminue considérablement. Ils ont un petit noyau, souvent excentrique ; leurs granulations sont fines et nombreuses, et présentent les réactions typiques de la variété α.

Dans la paroi intestinale elle-même, l'infiltration leucocytaire est relativement peu abondante.

Dans l'intestin des *Téléostéens* le tissu lymphoïde présente un développement beaucoup moins considérable que chez les Cyclostomes, les Sélaciens et les Ganoïdes, la valvule spirale, — siège de prédilection du tissu lymphoïde, — faisant complètement défaut chez ces Ichthyopsidés. Le plus souvent la muqueuse et la sous-muqueuse intestinale des Téléostéens ne présentent qu'une infiltration leucocytaire plus ou moins abondante : dans certains cas seulement, le tissu lymphoïde acquiert un développement plus considérable et se différencie en nodules.

Dans l'estomac, l'intestin et les appendices pyloriques du *Salmo salar*, Gulland (**1898**) signale de nombreux leucocytes éosinophiles, inclus dans des mailles d'un tissu connectif : il constate, de plus, le fait intéressant, que chez les Saumons d'eau douce le nombre des éosinophiles augmente sensiblement. Il convient cependant d'ajouter que les résultats du travail de Gulland sont combattus par Kingston-Barton (**1900**), qui prétend que les spécimens de Gulland étaient en mauvais état et présentaient des changements *post-mortem*. Cette critique, d'ailleurs, ne s'adresse pas directement aux leucocytes éosinophiles, mais à la prétendue desquamation de l'épithélium intestinal chez les Saumons d'eau douce.

Oppel (**1890**) signale également des leucocytes éosinophiles dans la muqueuse et la sous-muqueuse intestinale du *Salmo fario*. Des cellules migratrices pigmentaires sont surtout localisées en un certain point de l'intestin terminal et y sont non moins nombreuses que chez la Grenouille.

La présence d'éléments leucocytaires dans l'estomac et l'intestin des Cyprinoïdes a été signalée déjà par Langer (**1870**), qui décrit des « Körperchen » et des « Körnchen » aussi bien dans les plis de la muqueuse de l'estomac et de l'intestin que dans la couche conjonctive sous-jacente.

Edinger (1877) décrit, chez les Carpes, même de véritables follicules solitaires. Ils seraient situés dans la portion pylorique du tube digestif, et enfouis dans le tissu conjonctif de la muqueuse.

Enfin, dans la muqueuse et la sous-muqueuse de plusieurs Cyprinoïdes, Oppel (1890) observe des cellules migratrices pigmentaires.

Dans la portion antérieure de l'intestin moyen du *Cyprinus carpio L.*, la muqueuse et la sous-muqueuse présentent à peu près les mêmes caractères que dans l'œsophage. De nombreux éléments leucocytaires transforment la sous-muqueuse en une véritable nappe adénoïde. Comme éléments, on distingue des lymphocytes de petite taille, tantôt riches en chromatine, tantôt vésiculeux à nucléole acidophile central. Ils ont une mince bordure cytoplasmique basophile (bleu de Unna). Les mononucléaires, à corps cytoplasmique bien développé, présentent également une affinité pour les colorants basiques. En somme, on retrouve ici les mêmes éléments que dans l'œsophage ; le nombre des petites cellules pigmentaires à fines granulations jaunes semble cependant être moindre ici : elles sont surtout accumulées au sommet des plis.

Dans la partie profonde de la muqueuse intestinale de la *Chondrostoma*, Langer (1870) paraît avoir distingué des éléments lymphocytaires, car il y signale des « granulierte kernartige Körperchen ».

Chez le *Cobitis fossilis L.* la muqueuse et la sous-muqueuse de l'intestin moyen ne semblent pas présenter un caractère adénoïde aussi nettement prononcé que dans l'œsophage. Le plus souvent la paroi intestinale est simplement infiltrée d'éléments leucocytaires, plus ou moins abondants suivant la région considérée.

Young et Fuhrmann (1900) signalent au dessous de l'épithélium intestinal de la *Lota vulgaris* de nombreuses cellules migratrices, formant ici et là, par leur abondance, de véritables nuées et se faufilant même entre les cellules épithéliales.

D'après Macallum (1884), la muqueuse et la sous-muqueuse de l'intestin moyen de l'*Amiurus catus* sont tellement riches en éléments

leucocytaires, que ces derniers arrivent même à masquer complètement leur structure fibrillaire.

Kultschitsky (1887) indique, dans le substratum de la muqueuse intestinale de la *Platessa* et du *Gobius*, des leucocytes peu nombreux : ils sont plus nombreux, dit-il, chez d'autres espèces de Poissons.

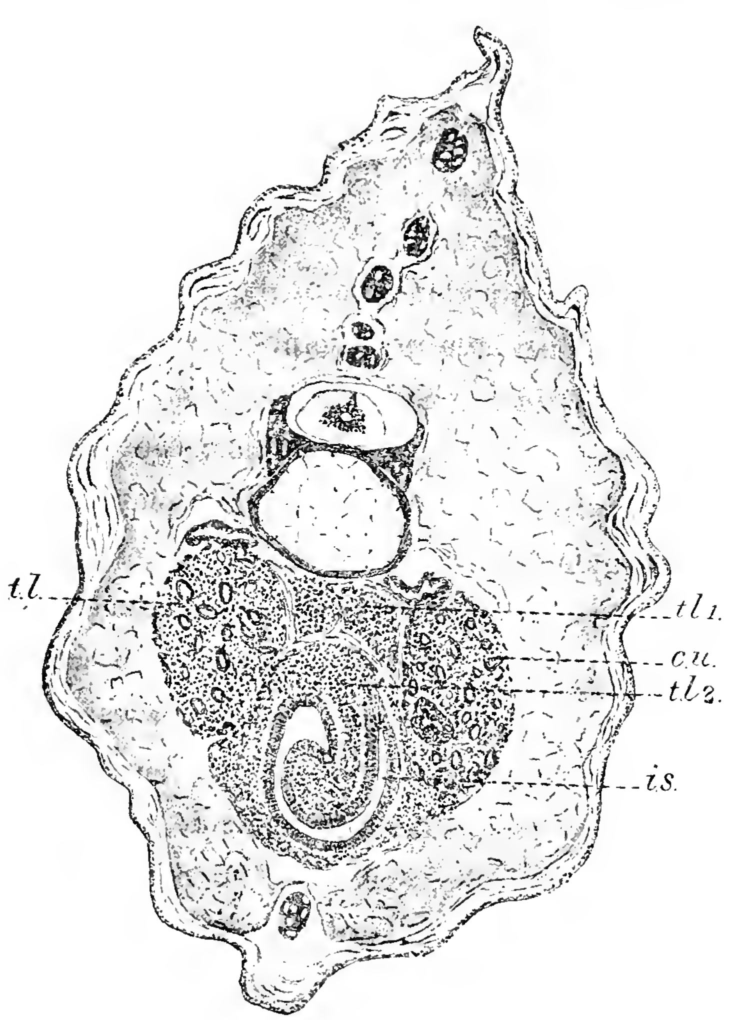


Fig. V. — Coupe totale du *Protopterus annectens*. — Le tissu lymphoïde *t. l.* occupe l'espace entre les canalicules urinifères *c. u.* ; le même tissu ($t. l_1$) réunit dorsalement les deux reins et forme un revêtement complet ($t. l_2$) à l'intestin spiralé *i. s.*

L'infiltration leucocytaire est peu prononcée dans l'intestin du *Bothus rhombus* que j'ai examiné. Dans l'intestin du *Cantharus lineatus* Günth., par contre, la sous-muqueuse contient des éléments lymphoïdes très nombreux, pour la plupart des mononucléaires et des lymphocytes.

Je mentionnerai enfin que chez l'*Anarrhichas lupus*, Haus (1897) a trouvé de gros amas de cellules rondes, tout le long de l'intestin, dans le tissu conjonctif sous les cellules épithéliales et à leur niveau.

Mais c'est chez les Dipnoïques que le tissu lymphoïde du tractus intestinal présente le développement le plus remarquable et acquiert

des proportions inconnues chez les autres Ichthyopsidés, et même chez les Vertébrés supérieurs (fig. V).

Les rapports intimes que le tissu en question contracte avec la paroi intestinale ont dérouté pendant longtemps les anatomistes. Du côté dorsal de l'estomac on trouve, en effet, chez le Protoptère un organe compact, de couleur brune, richement vascularisé, logé en apparence dans la paroi stomacale elle-même, de sorte que celle-ci semble être à ce niveau très épaissie, bosselée. PETERS (**1845**) et KLEIN (**1846**) l'ont pris pour une rate : selon les anatomistes plus anciens, BISCHOFF et OWEN, celle-ci ferait défaut chez le Protoptère (ainsi d'ailleurs que le pancréas).

GÜNTHER (**1871**) décrit chez le *Ceratodus* une couche de substance spongieuse, de couleur brune, située du côté droit de l'estomac, au-dessous de la membrane muqueuse et de la couche adipeuse qui lui est sous-jacente[1]. L'organe s'étend jusqu'au pylore et se continue dans la partie antérieure de la valvule spirale. GÜNTHER croit que l'organe en question pourrait être une rate : « I am inclined to regard it as a spleen. » AYERS (**1885**) cependant s'élève vivement contre cette opinion qui lui paraît insoutenable en raison des rapports que cet organe affecte avec la veine porte. Toutefois, en déniant à la masse adénoïde de l'estomac des Dipnoïques la valeur morphologique d'une rate, AYERS estime qu'il est possible de lui attribuer le *rôle* du parenchyme hépatique des autres Vertébrés ; il se borne à la décrire sous le nom d' « organe lymphoïde[2]».

Dans une note présentée en **1890** à la Société de Biologie, LAGUESSE établit que la rate et le pancréas ne font nullement défaut chez le Protoptère ; il fixe leur position, ainsi que les rapports qu'ils contractent avec la paroi intestinale. L'organe, situé dans l'épaisseur de l'estomac et décrit par HYRTL sous le nom de « Magendrüse », est en

[1] De chaque côté de l'œsophage de *Ceratodus*, sous la muqueuse œsophagienne, GÜNTHER trouve des sortes de bourrelets aplatis de couleur orange, qui seraient des « layer of fat ». Les prétendues « couches graisseuses » représentent sans doute la partie de l'organe, que GÜNTHER décrit ensuite dans la paroi stomacale de *Ceratodus*.

[2] HYRTL rangeait l'organe en question dans la catégorie des *retia mirabilia*, et M'DONNEL (**1869**) le considérait comme un pancréas.

réalité la rate ; le pancréas est une masse aplatie, linguiforme, de la paroi inférieure et gauche de l'intestin, immédiatement derrière le pylore ; la rate, qui non seulement longe l'estomac, mais s'étend au-delà, dans la paroi intestinale, s'enfonce sous le pancréas, jusqu'à l'épaisseur du bord libre de la valvule spirale.

Ainsi, les deux parties de l'organe lymphoïde de AYERS (**1885**), l'antérieure (brune) et la postérieure (noire), qui présentaient pour cet auteur exactement la même structure, sont en réalité deux organes distincts : la rate et le pancréas.

Dans sa monographie du *Protopterus annectens*, PARKER (**1892**) fait une étude anatomique et histologique de la rate, du pancréas et de l'organe lymphoïde du Protoptère : les nombreuses figures, qui accompagnent son mémoire, permettent de se rendre bien compte des rapports entre ces organes, rapports, restés longtemps embrouillés, comme nous venons de le voir.

Si on fait abstraction du pancréas, qui, tout en étant enfoui dans la paroi stomacale et intestinale, se reconnaît bien cependant à sa coloration caractéristique noire ardoisée, la grande masse de tissu lymphoïde, accompagnant le tractus intestinal, se laisse diviser en deux parties, dont l'antérieure correspondrait à la rate, la postérieure à l'organe lymphoïde de la valvule spirale. Il convient toutefois d'ajouter que cette distinction n'est pas facile à établir par le seul examen des préparations histologiques, qui montrent, en effet, que les deux organes offrent presque exactement le même caractère, la même constitution cellulaire, ainsi que l'indique PARKER (**1892**) : « The elements of which both it and the spleen are composed are so similar that I shall describe them together. » Et un peu plus loin : « The relations of the spleen moreover so closely ressemble those of the intestinal lymphoïd tissue, that the former may be looked upon as a specialized lymphoid mass in connection with the anterior part of the canal. »

Sur une coupe transversale de la portion antérieure du tube digestif du *Protopterus annectens* Owen, la paroi dorsale de l'estomac

est surmontée d'un organe compact, qui en est séparé par un repli péritonéal et qui est enveloppé d'une membrane conjonctive épaissie par place et émettant vers la profondeur des prolongements plus ou moins développés.

L'organe en question est nettement lobé ; il est parcouru par des fibres et des faisceaux de fibres conjonctives, sinueuses, irrégulièrement anastomosées, formant une sorte de stroma grossier à mailles irrégulières, en outre duquel on observe un réseau caractéristique du tissu adénoïde.

Ayers (**1885**) décrit dans le tissu lymphoïde du tube digestif du *Protopterus* (ou plutôt du *Lepidosiren*, car pour Ayers *Protopterus* et *Lepidosiren* ne sont que deux variétés d'une seule espèce) trois types cellulaires : 1) cellules arrondies ou à contour irrégulier, probablement amiboïdes, souvent plus volumineuses que les corpuscules sanguins : ces éléments ont un noyau sphérique à un ou deux nucléoles ; 2) cellules dont le volume, la forme et la structure sont ceux du noyau du premier type : elles sont dépourvues de protoplasma et leur noyau ne présente pas d' « Entwickelung » (?) : 3) éléments plus petits encore que les cellules du type précédent, avec lesquelles elles présentent certains points communs ; il est possible qu'elles dérivent de leur division.

J'avoue qu'il m'est difficile de dire quelles sont les espèces leucocytaires qu'Ayers rangeait de la sorte dans ses trois catégories. Les éléments du type 2), à protoplasma nul, sont probablement des lymphocytes, les cellules du type 3) me semblent être également des lymphocytes, de taille plus réduite que les premiers ; on sait, en effet, que des variations même considérables dans la taille des lymphocytes sont un fait banal chez les Ichthyopsidés. Quant aux cellules du type 1), elles ne semblent correspondre à aucune espèce cellulaire de l'organe lymphoïde, ou plutôt elles pourraient correspondre à plusieurs : « cellules arrondies à noyau sphérique, plus grandes que les corpuscules sanguins ».

La description que donne Parker (**1892**) des éléments cellulaire

de l'organe lymphoïde est plus exacte et plus détaillée. La majorité des éléments est représentée par de grandes cellules (30-40 μ) à protoplasma abondant dont l'ensemble forme un « large-celled tissue », rappelant le tissu connectif embryonnaire. ZIEGLER, qui a examiné les préparations de PARKER, trouve même une analogie plus intéressante : le « large-celled tissue » lui semble rappeler beaucoup le tissu conjonctif lâche, qui donne naissance à la moelle osseuse et au tissu adipeux des Vertébrés supérieurs.

Parmi les cellules du « large-celled tissue » un certain nombre se distinguent par leur cytoplasma irrégulier, grossièrement granulé, ramifié. PARKER croit que ce sont des leucocytes migrateurs amiboïdes; ils se colorent faiblement par le carmin boracique. Entre ces éléments et les cellules renfermant des granulations pigmentaires jaunes et noires, il y a des stades intermédiaires. L'auteur trouve enfin dans l'organe adénoïde du Protoptère de nombreuses cellules (15-20 μ), dont le noyau ainsi que le corps cellulaire sont plus petits que ceux des cellules du premier type : elles forment le « small-celled tissue ». Les éléments de ce dernier s'accumulent par place, en formant des masses irrégulières, plus ou moins fortement lenticulaires, dont la structure rappelle les follicules lymphoïdes ordinaires.

Sur les préparations du *Protopterus annectens* que j'ai eu à ma disposition, j'ai pu constater que les caractères morphologiques des cellules du « large-celled tissue » de Parker, ainsi que leurs réactions colorantes sont tellement particulières qu'il est difficile de les ranger dans une des catégories leucocytaires classiques. Ce sont des éléments de grande taille (30-35 μ.), à contours très nets, le plus souvent de forme polyédrique, à noyau central ou excentrique, arrondi, rarement incurvé ou lobé. Leur cytoplasma volumineux présente parfois une structure grossièrement réticulée, mais le plus souvent il est rempli de granulations, tantôt très fines, tantôt beaucoup plus grandes; d'ailleurs, dans le même corps cellulaire, les granulations sont de volume inégal (fig. 31). Les réactions colorantes de ces éléments varient suivant la méthode de la fixation et de la coloration.

Dans les coupes fixées au Lindsay et colorées à l'éosine-orange, bleu de toluidine, ils se colorent le plus souvent par l'éosine, le plus souvent, car plus d'une fois, à côté d'un élément coloré en rouge, on en distingue un autre, appartenant au même type, mais coloré en bleu par la toluidine, ou presque complètement incolore ; il n'est pas rare non plus de les voir colorés en orange. La taille des granulations ne me semble pas être en rapport avec leurs réactions colorantes. Dans les préparations fixées au Lindsay et colorées au rouge Magenta et au Benda, ou à la safranine-vert lumière, les granulations tantôt restent incolores, tantôt fixent le colorant nucléaire, peu intensivement du reste. Si on traite par le bleu de Unna pur, elles sont tantôt bleues, tantôt verdâtres ou incolores. Enfin, dans les coupes, fixées au Zenker iodé et colorées au triacide, les granulations sont d'un rouge violacé, rappelant la teinte des neutrophiles. En somme, ces éléments pourraient être considérés comme des amphophiles, ou peut-être encore comme des neutrophiles, avec cette restriction toutefois que dans la même préparation elles offrent des variations de chromaticité assez notables, et que leur aspect morphologique leur assigne une place à part.

Les noyaux des éléments en question présentent une particularité à noter : assez souvent, en effet, plusieurs d'entre eux, au lieu de prendre le colorant nucléaire, fixent le pigment acide, d'une manière plus ou moins intense. J'ajoute, que les organes ont été prélevés sur le vivant, et que sur deux exemplaires du Protoptère, dont l'un fut fixé au Lindsay, l'autre au Zenker iodé, plusieurs méthodes de coloration mettaient invariablement en évidence un certain nombre de ces noyaux, en quelque sorte dégénérés. Je n'ai pas pu observer aucun rapport constant entre la chromophilie du noyau et celle des granulations [1].

Les éléments décrits ci-dessus sont accumulés en grand nombre à la périphérie de l'organe stomacal et de l'intestin spiralé; ils y sont

[1] Le même phénomène s'observe dans les cellules du tissu lymphoïde du rein, dans celles des organes génitaux, etc.

disposés en plusieurs rangées et ils impriment à l'ensemble de l'organe lymphoïde un aspect tout-à-fait caractéristique : ils sont beaucoup plus rares dans l'intérieur de l'organe, où les lymphocytes prédominent.

A la périphérie de la masse lymphoïde aussi bien que dans son épaisseur on rencontre de nombreux leucocytes acidophiles de taille plus réduite que les éléments précédents, de forme globuleuse ou allongée, et dont le noyau presque toujours excentrique est tantôt unique, incurvé, tantôt fragmenté ou même double (fig. 18). Ce sont probablement les mêmes éléments que PARKER (**1892**) décrit sous le nom de cellules amiboïdes, se colorant faiblement par le carmin boracique. Ces cellules granuleuses auraient pour rôle de mettre en réserve les substances nutritives et seraient comparables aux Mastzellen décrites par BALLOWITZ chez les Mammifères hibernants. Or, les cellules en question offrent dans mes préparations les réactions typiques des granulations α ; quant aux Mastzellen, elles me semblent manquer dans le tissu lymphoïde du Protoptère. — Les granulations des leucocytes acidophiles sont assez serrées, de volume sensiblement égal.

Il est à noter que les leucocytes acidophiles peuvent être facilement confondus avec les cellules pigmentaires, excessivement nombreuses dans les parois du tube digestif du Protoptère et formant même, par place, une assise presque ininterrompue au-dessous de l'épithélium intestinal. Une certaine variété des cellules pigmentaires en question fixent les mêmes colorants acides, que les granulations des leucocytes α : ainsi, dans les coupes traitées par la méthode de Dominici, elles se colorent en orange, comme les acidophiles ; leurs grains, cependant, sont un peu plus volumineux, d'un orange plus foncé. D'ailleurs, pour éviter toute confusion, il est nécessaire d'avoir recours à la dépigmentation des préparations.

L'examen des coupes du tube digestif, traitées par l'éosine-orange, bleu de toluidine, révèle immédiatement qu'au point de vue des éléments constitutifs il existe une différence notable entre la partie

centrale et la partie périphérique de l'organe lymphoïde. Dans la première, comme je l'ai déjà indiqué ci-dessus, les lymphocytes (cellules du « small-celled tissue » de PARKER) forment l'élément de beaucoup prédominant et leurs amas tranchent nettement par l'effet de la coloration sur le reste de l'organe. De tels amas lymphocytaires, à contours précis, entourés d'une mince capsule conjonctive, rappellent exactement des follicules isolés. Ils sont surtout nets dans les coupes de l'intestin spiralé.

Des leucocytes mononucléaires, des acidophiles, des cellules pigmentaires et d'assez rares « cellules polyédriques », s'entremêlent avec les éléments lymphocytaires de la partie profonde de l'organe lymphoïde. Les lymphocytes sont souvent tellement serrés, qu'il n'est pas aisé de distinguer leurs contours ; ils ont un cytoplasma relativement peu développé, faiblement basophile en général ; dans certains cas cependant, leur basophilie est bien prononcée (fig. 27) ; si un développement plus considérable du cytoplasma coïncide avec une basophilie plus intense, l'élément rappelle beaucoup une Plasmazelle.

Des figures karyokinétiques, aussi bien des lymphocytes, que des cellules polyédriques (fig. 26), sont assez fréquentes tout le long du tractus intestinal.

Je note enfin que, d'après PARKER (**1892**), l'abondance du tissu lymphoïde chez le Protoptère pourrait correspondre au mode particulier de vie de cet animal : pendant la période de torpeur, ce tissu aurait une grande importance, non seulement dans la formation des leucocytes et dans la destruction des cellules mortes, mais aussi dans les processus du métabolisme.

Le tissu lymphoïde du tube digestif des Amphibiens a été étudié déjà par un certain nombre d'histologistes, dont j'ai pu vérifier les assertions chez les espèces suivantes : Protée, Axolotl, Salamandre terrestre, Crapaud.

Dans l'intestin du *Proteus anguineus* Laur., OPPEL (**1899**) signale

de nombreuses cellules migratrices, qui s'accumulent pour former de petits amas au dessous de l'épithélium et dans la sous-muqueuse. Au milieu d'éléments unis et multinucléés, on distingue un assez grand nombre d'acidophiles ; le nombre de leucocytes augmente chez les animaux bien nourris. OPPEL insiste sur la présence dans la paroi intestinale du Protée de cellules pigmentaires, qui représentent à ses yeux des éléments se chargeant de granulations dans l'intestin et émigrant ensuite dans le foie pour y périr.

KINGSBURY (1894) retrouve les mêmes cellules pigmentaires dans l'intestin du *Necturus maculatus*. Chez cet animal, l'épithélium intestinal est infiltré de volumineuses cellules leucocytaires (50 μ) « comparables aux macrocytes ». De petits leucocytes et des cellules éosinophiles sont disséminés dans la sous-muqueuse intestinale.

Le tissu lymphoïde présente un développement plus considérable chez la Grenouille. Dès 1862, RECKLINGHAUSEN avait signalé dans la muqueuse intestinale de la Grenouille des petits nodules lymphatiques, autour desquels on peut parfois mettre en évidence, par nitratation, une membrane épithéliale, semblable à celle des vaisseaux lymphatiques. GRÜNHAGEN (1887) confirme ce fait, en citant également dans la muqueuse intestinale de la Grenouille des amas cellulaires, qui lui semblent être analogues aux nodules isolés des Vertébrés supérieurs.

CUÉNOT, cependant (1889), ne trouve pas de follicules clos chez les Batraciens, mais il signale, dans l'intestin de ces animaux, des appareils qui, tout en n'étant pas spécialisés en follicules, produisent des amibocytes ; si on fait une coupe dans le duodénum du Crapaud, là où la paroi est blanchâtre, épaisse, on trouve, « dans la zone moyenne des fibres conjonctives », plusieurs noyaux, identiques, comme taille et caractères, à ceux des amibocytes ; de place en place, il en est qui sont entourés d'une couche plus épaisse de protoplasme granuleux ; ce sont des cellules mûres, prêtes à passer dans la circulation.

Pour ma part, j'estime que les follicules lymphoïdes ne sont pas une formation constante dans l'intestin de la Grenouille, car fré-

quemment, sur une longue série de coupes consécutives, on n'observe qu'une infiltration leucocytaire. Il est fort probable que la présence ou l'absence de formations folliculaires dépend de l'état général de l'animal : Oppel, comme on l'a vu, constate des éléments leucocytaires plus abondants chez des Protées bien nourris : on sait, d'autre part, que, chez les Mammifères, la régression des follicules lymphoïdes coïncide avec l'état maladif, ou un jeûne prolongé (Stöhr, **1889**). Relativement à la Grenouille, je citerai encore une note de Wood Jones (**1900**) qui, chez des Grenouilles bien nourries, a (dans 25 p. 100 des cas) constaté au point de jonction de l'intestin grêle et du gros intestin une sorte d'appendice lymphoïde, formé par plusieurs follicules lymphoïdes (« lymphoid patches ») différenciés. La dite formation rappelait les plaques de Peyer des Vertébrés supérieurs.

J'ai essayé de reproduire sur le *Bufo vulgaris* les expériences de Wood Jones, mais je n'ai pas obtenu de résultats aussi démonstratifs que cet auteur. Il me semble cependant fort probable, qu'il est possible de provoquer chez divers Ichthyopsidés la formation des nodules lymphoïdes différenciés, en soumettant les animaux à un régime approprié. La néoformation des follicules, à n'importe quelle époque de vie est un fait connu chez les Vertébrés supérieurs ; même au cours du développement ontogénétique ils peuvent apparaître à des moment différents, de sorte que des embryons peuvent en posséder de bien développés, tandis que les animaux nouveaux-nés n'en présentent que des ébauches (Stöhr, **1889**).

Je crois, d'autre part, qu'il serait possible par un changement dans le régime alimentaire, et en général dans les conditions de vie, de provoquer chez les Ichthyopsidés une augmentation ou une régression de telle ou telle autre espèce leucocytaire. Des expériences faites dans cette direction sur les Vertébrés supérieurs ont donné des résultats très intéressants.[1] Tout récemment, Asher et Erdely (**1903**), en

[1] Je laisse complètement de côté l'influence de l'injection et de l'intoxication expérimentales sur les globules blancs.

nourrissant des rats blancs, tantôt avec de la viande maigre, tantôt avec des pommes de terre, avec de la graisse, ou les faisant jeûner, ont fait varier à volonté le nombre des différents types leucocytaires de la paroi intestinale. Ainsi, si on nourrit les rats avec de la viande, le nombre de leucocytes granuleux « Heidenhain's rothkörnige Zellen » augmente considérablement ; il diminue, si on les nourrit avec de la graisse ; avec des pommes de terre exclusivement, le nombre des petits lymphocytes et des leucocytes « vésiculo-nucléaires » s'accroît, etc.

D'autre part, Blumenthal (**1904**) provoque une éosinophilie expérimentale chez les Grenouilles et les Lapins à la suite d'injections intrapéritonéales de l'émulsion de jaune d'œuf (chez la Souris, le résultat a été négatif). D'après Gulland (**1898**), une éosinophilie apparaît chez les Saumons qui passent dans l'eau douce. On a noté également l'influence du jeûne prolongé sur le nombre d'éosinophiles, les opinions, cependant, diffèrent au point de vue du sens de la variation (augmentation pour Okintschitz, diminution pour Simon, **1903**). — Il est possible qu'il existe une certaine corrélation entre les conditions générales de vie de l'animal et les diverses catégories leucocytaires, mais les observations à ce sujet sont peu nombreuses et souvent discordantes.

III. — FOIE

On sait depuis longtemps, que le parenchyme hépatique de certains Vertébrés inférieurs présente, en outre des cellules hépatiques proprement dites, un tissu de nature spéciale, plus ou moins développé, suivant l'espèce animale considérée. Des « amas pigmentaires » dans le foie furent signalés déjà par Weber (**1850**) et par Remak (**1854**). Pour Leydig (**1857**), le foie des Poissons et des Batraciens mérite une attention particulière, à cause du développement qu'y affectent les amas pigmentaires : chez le Protée, le parenchyme hépatique est constitué, en parties égales, par des cellules hépatiques et des masses pigmentaires brunâtres.

Dans son mémoire sur le foie des Vertébrés, Eberth (**1867**) étudie avec beaucoup de soin la question du foie pigmentaire. D'après cet auteur, des masses cellulaires, souvent pigmentées, sont interposées entre les vaisseaux sanguins et le parenchyme hépatique du foie des Batraciens ; elles sont disséminées dans des proportions très variables dans l'épaisseur de l'organe et à sa surface. Tantôt la masse corticale et la masse centrale sont également bien développées (Axolotl, Triton, Salamandre), tantôt la masse corticale prédomine (*Cæcilia*, *Bombinator*), tantôt c'est la masse centrale (Protée), tantôt, enfin, il n'y a que des traces des deux (*Bufo cinereus*, *Rana*). Les amas superficiels communiquent avec la couche corticale : les plus profonds, cependant, en sont séparés par du parenchyme hépatique, et forment des petits groupes cellulaires isolés, irréguliers, arrondis.

Les cellules entrant dans la constitution des îlots centraux ou de la couche corticale sont toutes (toujours d'après Eberth) de la même nature, tantôt pigmentaires, tantôt incolores. Les cellules pigmentaires dérivent des cellules incolores du stroma, qui se chargent ultérieurement de pigment : elles ont sensiblement les dimensions des corpuscules sanguins incolores : parfois, elles sont plus volumineuses, rondes ou aplaties. Ce qui les caractérise surtout, c'est leur richesse en noyaux ; il y en a qui en possèdent jusqu'à sept. Les cellules sont enfermées dans un réseau formé de très fines fibrilles de consistance muqueuse et d'une substance fondamentale finement granulée.

La ressemblance que les cellules des amas pigmentaires du foie présentent avec celles du tissu lymphoïde semble avoir frappé Eberth, car il remarque que les petites cellules rondes de la couche corticale des Salamandres et des Tritons rappellent singulièrement une coupe d'une glande lymphatique.

En étudiant les espaces-porte du foie des Batraciens et des Reptiles, Pilliet (**1889**) fut également amené à s'occuper des amas pigmentaires, mais il s'exprime avec la plus grande réserve sur la

nature de cellules incolores de ces amas. Pour EBERTH, qui les a vues exécuter des mouvements amiboïdes, c'étaient des cellules rappelant les « Lymphkörperchen » ; l'opinion de PILLIET est plus vague : il se borne à considérer ces éléments comme des cellules « d'aspect mésodermique », ou encore des « cellules polygonales à gros noyau. »

Les cellules pigmentaires, les chromoblastes, accompagnent toujours les cellules incolores et semblent en dériver ou tout au moins se différencier en place. Les rapports qui unissent les cellules polygonales et les chromoblastes varient d'un animal à l'autre, mais chez certains animaux un véritable tissu interstitiel entoure les chromoblastes.

Le travail d'OPPEL (1889) sur le *Proteus anguineus* renferme des indications plus précises sur le foie de cet Ichthyopsidé. L'auteur y distingue deux systèmes différents, l'un constitué par des cellules hépatiques, l'autre par des cellules pigmentaires et des cellules migratrices. Les deux systèmes irradient jusqu'au centre du foie, où le système hépatique prédomine, tandis que l'autre, le « Lymphsystem » d'OPPEL, n'apparaît plus que sous forme d'îlots. A la périphérie de l'organe, les cellules hépatiques n'adhèrent pas à la membrane séreuse : elles en sont séparées par une couche corticale de cellules du système lymphatique. Cette couche ne manque jamais, quoique elle soit souvent réduite à une seule rangée cellulaire. OPPEL insiste sur ce fait et l'oppose à l'opinion de EBERTH, qui n'a pas vu de couche corticale dans le foie du Protée. Il est à remarquer cependant que le matériel fixé, dont s'est servi EBERTH, provient d'animaux dont il déclare lui-même ne pas savoir, s'ils étaient récemment capturés ou s'ils vivaient depuis longtemps en captivité : cette circonstance pourrait, en effet, exercer une influence sur le développement du système lymphoïde, non moins grande peut-être que l'âge de l'animal et la saison, dont les effets sont mis en évidence aussi bien par EBERTH que par OPPEL.

Les cellules pigmentaires du foie sont pour OPPEL des cellules migratrices, qui auraient emmagasiné du pigment dans les parois

de l'intestin et seraient arrivées dans le foie pour y périr. Quant aux cellules incolores, l'auteur les divise en cellules lymphatiques pauvres en protoplasma et en cellules granuleuses : les dernières sont pour la plupart à deux noyaux, les premières sont presque toujours uninucléaires, et plus abondantes que les cellules granuleuses.

Dans son traité d'Anatomie microscopique comparée (**1896**), Oppel n'ajoute presque rien à la description du foie de Protée, mais il y cite, d'après Ossawa, quelques détails relatifs au foie de l'*Hatteria punctata*, détails qui, vue l'extrême rareté de l'animal, méritent une certaine attention. Les cellules pigmentaires du foie de l'*Hatteria* sont réunies par petits groupes et renferment de grosses inclusions brunes. Au milieu de ces éléments, on voit des cellules à peine pigmentées, polygonales, arrondies ou fusiformes, le plus souvent à un seul noyau. Leur aspect extérieur est celui des leucocytes.

Le traité d'Anatomie microscopique d'Oppel renferme encore quelques indications relatives au tissu lymphoïde du foie des Poissons. L'organe hépatique de l'Esturgeon, de la *Raja miraletus* et du *Torpedo marmorata* présente des amas de cellules lymphoïdes. Ces dernières seraient situées chez la *Raja miraletus* dans une substance fondamentale, dont la nature adénoïde est indiscutable. Le foie de *Torpedo marmorata* se distinguerait par la présence des cellules éosinophiles.

Pour compléter la bibliographie concernant le tissu lymphoïde du foie, je citerai encore le travail de Siedlecki (**1895**) et celui de Göppert (**1891**). Les deux auteurs étudient la prétendue division indirecte des leucocytes à noyau polymorphe du foie des Salamandres. Pour Siedlecki, dans la couche corticale du foie des Urodèles (*Salamandra maculosa* Laur., *Triton cristatus* Laur., *Triton taeniatus* Schn. et *Siredon pisciformis* Shaw.) il ne s'agit pas d'un tissu véritable, mais plutôt d'une accumulation des cellules sans substance intercellulaire. Les leucocytes périphériques ont conservé leur faculté d'exécuter des mouvements indépendants, car çà et là on les

voit émettre des prolongements amiboïdes : il est probable cependant qu'ils ne font que peu d'emploi de cette faculté.

Au cours de mes recherches sur la localisation du tissu lymphoïde chez les Ichthyopsidés, j'ai été amenée à étudier les dispositions que ce tissu présente dans le foie, ainsi que la nature histologique des éléments entrant dans sa constitution. J'ai examiné à ce sujet non seulement le foie des animaux énumérés ci-dessus, chez lesquels la présence de tissu lymphoïde dans le foie a été dûment constatée, mais encore celui d'un certain nombre d'autres Poissons et Amphibiens ; plus d'une fois d'ailleurs, l'examen microscopique du foie des Ichthyopsidés ne m'a révélé aucune trace de tissu lymphoïde.

Parmi les Ganoïdes, j'ai fait l'étude du foie de l'*Acipenser sturio* L., de l'*Acipenser ruthenus* L. et de l'*Acipenser Güldenstädtii* Brandt.

Acipenser sturio L. — Des fragments de foie d'Esturgeon prélevés de préférence au voisinage de la veine porte, ont été fixés, comme d'habitude, dans des liquides différents, afin d'étudier comparativement l'effet des colorations ultérieures.

Sur une coupe fixée au Zenker iodé et colorée par l'éosine-orange, bleu de toluidine, l'interposition des deux sortes de tissus est des plus nettes, les traînées bleues du tissu lymphoïde se détachant parfaitement sur le fond rose, formé par l'ensemble des cellules hépatiques. Des amas de cellules lymphoïdes sont disséminés irrégulièrement, formant tantôt de petits îlots, tantôt de longues traînées sinueuses, qui se continuent parfois presque sans interruption à travers le parenchyme hépatique ; souvent, les intervalles qui séparent les traînées lymphoïdes voisines sont peu considérables. Les amas lymphoïdes sont manifestement localisés autour des vaisseaux : cependant on trouve assez souvent des cellules lymphoïdes isolées, ou par petits groupes, en plein parenchyme hépatique. Les cellules pigmentaires accompagnent toujours les cellules incolores, mais en proportion relativement peu considérable.

Les éléments du tissu lymphoïde du foie de l'Esturgeon se laissent diviser en : 1) petits lymphocytes, peu nombreux : 2) mononucléaires, qui représentent la majorité des éléments : ceux-ci ont un cytoplasma bien développé, plus ou moins fortement coloré, mais toujours basophile ; 3) petits leucocytes à noyau incurvé, rappelant les mêmes éléments si nombreux dans le rein de cet animal, mais, dans le cas présent, beaucoup plus rares ; enfin 4) très nombreuses cellules bourrées de granulations volumineuses qui prennent l'éosine dans le mélange de Dominici. Toutefois, certaines granulations se colorent très faiblement, et d'autres fixent l'orange.

L'affinité de ces granulations pour les colorants acides : éosine, plus rarement orange, — permettrait de les ranger dans le groupe de cellules à granulations acidophiles. Cependant, si on s'adresse à des coupes fixées au liquide de Lindsay et colorées par la safranine et le vert lumière, ou par le rouge Magenta et le Benda, on voit les mêmes granulations prendre le colorant basique : le Magenta ou la safranine, suivant les cas. Et à côté de ces cellules à basophilie très prononcée, on voit des leucocytes beaucoup plus rares, dont les granulations s'emparent du colorant acide. La manière dont se comportent les leucocytes granuleux du foie de l'Esturgeon vis-à-vis des divers colorants paraît indiquer que la majorité de ces éléments est formée par des amphophiles, se colorant indistinctement par les colorants acides ou basiques, et que, à côté de ceux-ci, existent de rares éléments leucocytaires à chromophilie plus caractéristique (acidophiles).

Acipenser ruthenus L. — Les fragments du foie de Sterlet ont été prélevés au mois de mai sur quelques exemplaires de petite taille. Le tissu lymphoïde, assez bien développé, s'accumule en masse autour des vaisseaux et capillaires sanguins, et sur des coupes transversales on le voit former tantôt de petits îlots arrondis, tantôt de longues traînées, parallèles à la direction des voies sanguines. D'ailleurs, le parenchyme hépatique renferme, dans sa profondeur, de petits amas indépendants formés des cellules leucocytaires ; et,

dans la zone la plus superficielle, immédiatement au-dessous de la membrane péritonéale, on distingue des amas épars, plus ou moins considérables, de tissu lymphoïde.

La grande majorité des éléments entrant dans la constitution du tissu lymphoïde du foie de Sterlet est représentée par des cellules lymphocytaires de petite taille (3-3, 5 μ), à noyau vésiculeux, presque toujours dépourvues en apparence de corps cytoplasmique : quand celui-ci est apparent, il est incolore ou légèrement acidophile. La proportion des mononucléaires, à protoplasma assez faiblement coloré, demeure toujours assez faible. Par contre, les leucocytes granuleux sont très nombreux : leur noyau est petit, arrondi, unique, légèrement excentrique. Les granulations se colorent en rouge intense dans la coloration : éosine-orange, bleu de toluidine : elles sont volumineuses par rapport à la taille de la cellule (7 μ) et peu nombreuses, de sorte qu'elles pourraient facilement être comptées. Les limites cellulaires du leucocyte granuleux, par contre, n'apparaissent pas distinctement, et souvent les granulations semblent disséminées autour de la cellule.

Ce point a été l'objet de nombreuses discussions : récemment, Audibert (**1902**) a prétendu que la cellule éosinophile possède le pouvoir et l'énergie de chasser par une action centrifuge ses propres granulations. L'essaimage des granulations, « la chasse granuleuse », serait en rapport avec des fonctions sécrétoires de la cellule. — Pour ma part, j'incline à penser que l'essaimage des granulations doit plutôt être attribué à une technique défectueuse. Il est possible, en effet, que certains leucocytes granuleux possèdent une membrane cellulaire délicate qui se déchirerait au cours des manipulations que la coupe subit avant d'être montée. Si la « chasse granuleuse » était liée à l'activité fonctionnelle d'un leucocyte à granulations, elle serait d'une observation beaucoup plus fréquente. Dans la grande majorité des cas, en effet, des centaines de leucocytes granuleux peuvent ne fournir aucun exemple d'essaimage des granulations.

Les cellules granuleuses du foie de l'*Acipenser ruthenus* se colorent, comme il a été indiqué, en rouge intense par l'éosine-orange.

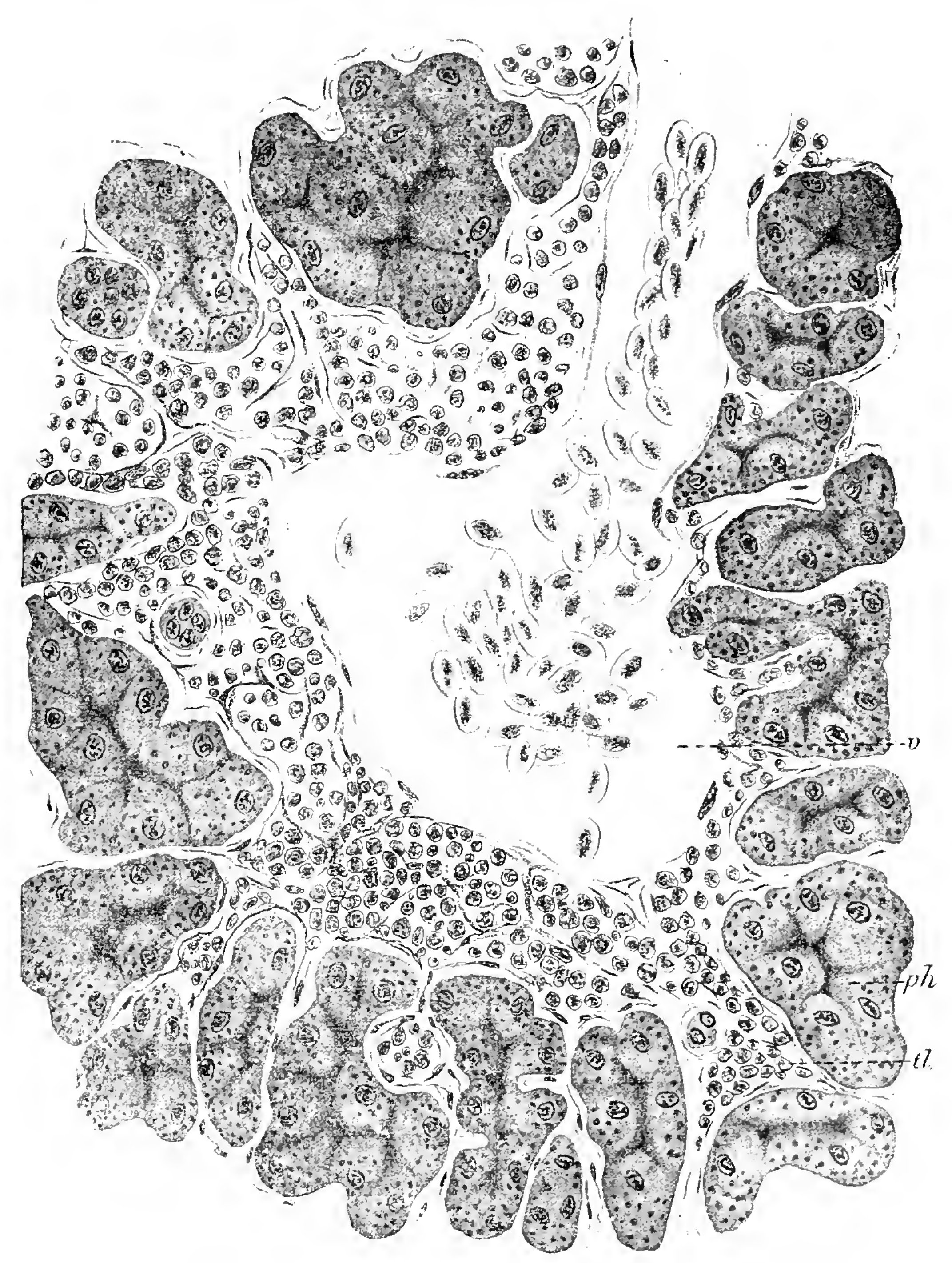


FIG. VI. — Coupe du foie de l'*Acipenser Güldenstadtii*. — *p. h.* parenchyme hépatique ; *t. l.* tissu lymphoïde ; *v.* veine.

bleu de toluidine. Sous l'influence du triacide, les granulations revêtent la coloration rouge typique des acidophiles. Toutefois, à

côté des cellules à granulations colorées électivement, on en observe d'autres, plus rares, dont les granulations sont à peine colorées.

Acipenser Güldenstädtii Brandt. — Le tissu lymphoïde du foie est développé dans des proportions plus considérables encore que dans le type précédent (fig. VI). Sur une coupe transversale les cellules hépatiques semblent être réunies par groupes, entre lesquels cheminent des traînées plus ou moins larges de tissu lymphoïde, de sorte que ce dernier semble former un système presque ininterrompu. Autour des vaisseaux de plus grand calibre, le tissu lymphoïde forme de fortes gaînes à contours irréguliers.

Parmi les éléments qui constituent le tissu lymphoïde du foie de l'*Acipenser Güldenstädtii*, on distingue tout d'abord des lymphocytes tantôt très petits (3 μ), tantôt beaucoup plus volumineux (jusqu'à 7 μ). Les cellules à noyau incurvé, si caractéristiques du rein de cet animal, se rencontrent également dans le foie : ce sont des éléments de petite taille (5-6 μ) ; on observe des cellules à 3-4 noyaux, affectant des dispositions variées. Les leucocytes granuleux sont très nombreux : leur noyau est, en général, excentrique, arrondi, unique, parfois il est incurvé ou on en peut compter deux inégalement développés dans une même cellule.

Les granulations se colorent en rouge, quand on traite les préparations par la méthode de Dominici : dans le triacide, elles revêtent plutôt la teinte des vrais éosinophiles (dans le sens d'Ehrlich) que le rouge violacé des leucocytes neutrophiles. Cependant, dans les coupes, fixées au liquide de Lindsay et colorées par le rouge Magenta et le Benda, les granulations se teignent par le colorant nucléaire. En raison du peu de netteté des réactions chromatiques de ces granulations, peut-être convient-il de les ranger dans le groupe des amphophiles.

Torpedo marmorata Risso. — Dans les coupes du foie de la Torpille fixées au Zenker iodé et colorées par l'éosine-orange, bleu de toluidine, les localisations du tissu lymphoïde en plein parenchyme hépatique se reconnaissent aisément, grâce à la colo-

ration et à la forme caractéristique des éléments lymphoïdes. Le développement du tissu lymphoïde n'est pas toutefois considérable : c'est presque toujours au voisinage des vaisseaux sanguins que s'observent des amas de tissu lymphoïde, qui forment aux vaisseaux et capillaires hépatiques une sorte de manchon plus ou moins épais. Autour des capillaires sectionnés transversalement, les éléments leucocytaires dessinent plusieurs rangées circulaires assez régulières : si la coupe est longitudinale, le tissu lymphoïde est disposé en traînées parallèles aux parois vasculaires. On remarquera, d'ailleurs, que le tissu lymphoïde n'accompagne pas nécessairement les vaisseaux et capillaires sanguins, et que souvent on voit ces derniers complètement dépourvus de gaîne lymphoïde. Dans l'intérieur du parenchyme hépatique, on rencontre souvent des cellules isolées (surtout des éosinophiles) irrégulièrement disséminées.

Les éléments entrant dans la constitution du tissu lymphoïde du foie de la Torpille sont : 1) des lymphocytes entourés d'une mince bordure cytoplasmique ; 2) de rares mononucléaires et, enfin, 3) des leucocytes granuleux abondants. Ces derniers ont un noyau excentrique, leurs granulations se colorent en rouge par l'éosine dans le mélange : éosine-orange, bleu de toluidine ; si on traite la coupe par le triacide, les cellules à granulations prennent une couleur rouge orangé, tout à fait typique pour les leucocytes α d'Ehrlich.

Cobitis fossilis L. — D'après Leydig (**1857**), les vaisseaux sanguins qui se trouvent entre l'estomac et le foie sont englobés chez ce Poisson dans une masse glandulaire lymphoïde, qui pénètre avec les veines dans la substance même du foie et lui communique ainsi un aspect particulier.

Dans les coupes du foie de *Cobitis fossilis* que j'ai examinées, je n'ai trouvé ni amas lymphoïdes, ni même cellules lymphoïdes isolées tant soit peu abondantes. J'ajoute que les Loches que j'ai eues à ma disposition étaient de petite taille, tandis que l'exemplaire de Leydig était de « très grande taille ». Peut-être, l'illustre savant a-t-il considéré comme de nature lymphoïde les acini pancréatiques. Dans son

étude sur le pancréas. LEGOUIS (1872) remarque, en effet, que LEYDIG rapporte au système lymphatique ce qui revient surtout au pancréas.

Protopterus annectens Owen. — D'une manière générale, le tissu lymphoïde n'est que faiblement développé dans le foie du Protoptère. Il n'y a, pour ainsi dire, ni capsule périphérique, ni amas intérieurs quelque peu considérables. Les vaisseaux et capillaires hépatiques sont pour la plupart dépourvus de gaîne lymphoïde. Dans certains cas toutefois, des traînées de tissu lymphoïde accompagnent les capillaires à travers la masse du foie.

Cependant, si des amas plus considérables de tissu lymphoïde sont rares dans le foie du Protoptère, des cellules leucocytaires isolées ou réunies par petits groupes de 2, 3.... abondent en plein parenchyme hépatique et s'insinuent même entre celui-ci et son revêtement péritonéal. Ce sont surtout des leucocytes acidophiles, dont les granulations fixent l'éosine ou l'orange, dans le mélange de Dominici. Leur forme est le plus souvent globuleuse, d'autres fois allongée, voire même fusiforme : ils ont un noyau excentrique, arrondi, quelquefois allongé et incurvé en croissant, ou même annulaire. La taille des acidophiles est tout à fait exceptionnelle, comme d'ailleurs celle des éléments cellulaires du Protoptère en général ; il y en a qui comptent 30 μ de diamètre longitudinal, le diamètre transversal étant de 21 μ ; d'autres ont 27 μ × 27 μ.

Les cellules polyédriques, caractéristiques du tissu lymphoïde du Protoptère, se rencontrent assez fréquemment dans le foie où elles sont irrégulièrement disséminées, tantôt isolées, tantôt associées aux autres éléments lymphoïdes. Leur cytoplasma, parfois spongieux, est le plus souvent rempli de granulations éosinophiles (coloration éosine-orange, bleu de toluidine), de taille variable. Des mononucléaires à cytoplasma légèrement basophile et des lymphocytes s'entremêlent aux éléments décrits ci-dessus.

Dans le foie des Batraciens, ou plutôt dans celui des Urodèles (car, chez les Anoures, ces dispositions sont extrêmement peu accusées),

le tissu lymphoïde présente un développement qui surpasse de beaucoup ce qu'on constate dans l'organe hépatique des Poissons.

Proteus anguineus Laur. — Le tissu lymphoïde dans le foie du Protée est développé dans des proportions très considérables et la part qu'il prend dans la constitution de cet organe n'est peut-être pas inférieure à celle du tissu hépatique proprement dit. Il ne s'agit plus, dans le cas du Protée, d'une localisation lymphoïde, plus ou moins abondante, autour des vaisseaux et capillaires sanguins; on est plutôt en présence d'un vaste système qui a acquis, pour ainsi dire, son autonomie propre.

La couche lymphoïde périphérique, située au-dessous de la séreuse, est très peu développée, quoique, comme Oppel (1889) l'a bien remarqué, on puisse toujours, avec un peu de soin, la mettre en évidence. De nombreux îlots pigmentaires, où des éléments incolores s'entremêlent aux cellules à pigment, donnent à une coupe du foie de Protée un aspect tout à fait caractéristique.

Les amas de tissu lymphoïde sont-ils isolés au milieu du parenchyme hépatique, comme le veut Eberth, ou, au contraire, y aurait-il toujours des traînées passant d'un groupe à l'autre, comme Oppel le prétend (voir plus haut)? Je crois, pour ma part, qu'il serait difficile de conclure avec Oppel à un système lymphoïde continu; car si, dans une coupe transversale, on voit souvent des traînées de cellules migratrices s'étendre entre îlots voisins, dans d'autres cas, par contre, les amas lymphoïdes semblent être complètement isolés au sein des cellules hépatiques, sans qu'il soit possible de distinguer des cellules incolores ou des cellules pigmentaires qui les réuniraient. Un groupe de cellules pigmentaires n'est que rarement en contact immédiat avec les cellules hépatiques; le plus souvent il en est séparé par des éléments incolores, surtout des lymphocytes, disposés en couronne autour de l'amas pigmentaire.

Les types leucocytaires qui entrent avec les cellules à pigment dans la constitution des îlots lymphoïdes sont assez nombreux. Ce sont en premier lieu des cellules à granulations fixant l'éosine ou l'orange

dans le mélange de Dominici et absorbant les colorants acides, tels que le Benda, le Cajal, etc., si la fixation a été faite au Lindsay : ce sont, sans aucun doute, des éosinophiles véritables, au sens d'EHRLICH.

Le noyau des éosinophiles est le plus souvent formé de plusieurs lobes (2-5) réunis entre eux par de minces filaments chromatiques : il est plus ou moins excentrique, plus ou moins volumineux, par rapport au corps cellulaire. A côté de ces acidophiles à noyau polymorphe, on distingue des cellules à noyau également multilobé, mais dont le protoplasma, tout en étant bien développé, n'a pas d'affinité nette pour les colorants acides. Sous l'influence du triacide, les éosinophiles se teignent typiquement en rouge orangé, tandis que les cellules en question ont tendance à prendre une couleur rouge violacée : d'autre part, leur cytoplasma renferme des granulations nombreuses, très fines (fig. 2). Ce sont donc là des cellules neutrophiles, à noyau polymorphe. Éosinophiles proprement dits et neutrophiles constituent dans le foie du Protée deux types leucocytaires très répandus.

En outre des éléments sus-indiqués, on distingue dans le parenchyme hépatique des leucocytes à noyau multilobé, rappelant par leur aspect les leucocytes neutrophiles, mais en différant par un cytoplasma homogène, complètement dépourvu de granulations (fig. 3). Le triacide agit sur ces éléments de la même manière que sur les neutrophiles. Quand on colore les coupes par l'éosine-orange, bleu de toluidine, on distingue des cellules à noyau polymorphe, dont le cytoplasma est presque incolore ou légèrement basophile : d'autres, à cytoplasma plus développé, mais dont le noyau se présente avec les mêmes caractères, ont le corps cytoplasmique bourré de fines granulations rouges violacées ; enfin, certaines se distinguent par la présence de granulations colorées en orange. La différenciation des trois types précédents est ici cependant un peu moins nette que dans les coupes de foie traitées par le triacide.

Enfin, des mononucléaires à protoplasma bien développé, homogène, légèrement acidophile, et des lymphocytes relativement peu

nombreux complètent cette série d'éléments lymphoïdes intrahépatiques.

Siredon pisciformis Shaw. — Dans le foie de l'Axolotl, le tissu lymphoïde est développé dans des proportions moins considérables peut-être que dans le foie du Protée, plus considérables cependant que dans celui de la Salamandre ou du Triton. Il forme non seulement une capsule puissante à la périphérie de l'organe, mais des amas assez volumineux, irrégulièrement disséminés dans le parenchyme hépatique. Il n'est pas toujours aisé d'établir les rapports qui existent entre ces amas disséminés dans l'intérieur du foie et les vaisseaux sanguins qui l'irriguent : plus d'une fois, les masses de tissu lymphoïde semblent être sans connection aucune avec des vaisseaux sanguins ; ils ne dessinent pas, en effet, des manchons caractéristiques, comme dans le foie des Ganoïdes, par exemple.

Les éléments du tissu lymphoïde du foie de l'Axolotl se répartissent de la manière suivante : 1) lymphocytes, entourés d'une très mince bordure de cytoplasma légèrement acidophile : la bordure cytoplasmique étant quelquefois un peu plus forte, la taille de ces éléments s'élève de 12 μ à 15 μ : 2) mononucléaires, de forme polygonale, à noyau arrondi : 3) leucocytes à noyau polymorphe et à cytoplasma homogène. Les noyaux arrondis des mononucléaires et les formes les plus irrégulières du noyau des leucocytes polymorphes sont réunis entre eux par des formes de transition insensible, de sorte qu'il serait facile de sérier ces éléments à partir d'un élément originel à noyau arrondi : le noyau multilobé représenterait alors le stade ultime de la segmentation progressive du noyau. Des leucocytes à noyau annulaire sont fréquents aussi bien dans la couche corticale que dans les amas intérieurs : plusieurs étranglements dans l'anneau formé par la masse nucléaire indiquent qu'il s'agit effectivement ici d'un noyau multilobé. Mais, dans nombre de cas, les filaments unissants les divers lobes se distinguent à peine, et on a l'impression d'une cellule multinucléée.

Des leucocytes granuleux, tantôt irrégulièrement disséminés, tantôt

réunis par petits groupes de 10-15, abondent dans le foie de l'Axolotl. Dans les préparations, traitées par le bleu d'Unna-éosine, leurs granulations fixent l'éosine très énergiquement et se colorent en rouge vif : elles affectent la forme de sphérules, assez volumineuses, assez espacées, entre lesquelles apparaît nettement la trame cytoplasmique colorée en rose. Parfois même, les granulations, peu nombreuses, n'occupent qu'une partie du corps cellulaire, et forment autour du noyau, entouré d'un halo clair de cytoplasma, une sorte d'auréole.

Dans une même cellule, toutes les granulations ne sont pas de dimensions égales. Le noyau des leucocytes éosinophiles est volumineux, unique, plus ou moins central, arrondi, quelquefois lobé. Dans les préparations, traitées par la safranine et le vert lumière, les granulations se colorent en vert par ce dernier ; elles ont donc une acidophilie prononcée. La taille de ces éléments se rapproche de celle des leucocytes à noyau polymorphe (14 μ).

Salamandra maculosa Laur. — Mes examens ont porté sur le foie d'une Salamandre terrestre ayant séjourné dans un terrarium de juillet à octobre, sans prendre la moindre nourriture.

Si on examine une coupe transversale du foie de cet animal à un faible grossissement, on est frappé du développement énorme que le tissu lymphoïde acquiert à la périphérie de l'organe. Le péritoine est séparé du parenchyme hépatique par une épaisse couche de tissu lymphoïde, composée parfois de plus de 40 assises cellulaires. L'épaisseur de la couche n'est pas partout la même : elle peut se réduire à une dizaine de rangées, s'amincir plus encore et même disparaître par places, de sorte que le parenchyme hépatique est alors en contact immédiat avec la membrane séreuse. La capsule lymphoïde tantôt présente une nappe uniforme, à éléments étroitement serrés les uns contre les autres, tantôt est traversée par des voies lymphatiques et sanguines, plus ou moins vastes, sineuses, d'où résulte un aspect lobé. La vascularisation est surtout abondante dans la partie profonde de la couche lymphoïde : la couche superficielle est relativement peu vascularisée. Souvent, enfin, de la

capsule lymphoïde émanent des prolongements irréguliers qui s'enfoncent dans la profondeur du foie.

Entre le tissu hépatique et le tissu lymphoïde, il n'existe pas de limites précises : les deux formations sont en contact immédiat, sans qu'aucune membrane limitante ne les sépare. Toutefois, par l'effet de la coloration, par l'aspect particulier des éléments lymphoïdes, on établit sans peine une démarcation entre la couche lymphoïde et le tissu hépatique. Çà et là, des amas plus ou moins considérables de cordons hépatiques se détachent de la masse principale et font saillie dans la capsule lymphoïde. Les capillaires de la couche profonde du foie sont entourés à la fois par du tissu lymphoïde et par du tissu hépatique : d'un côté, la gaîne est formée par des cellules hépatiques, de l'autre, par des cellules lymphoïdes. Autour des vaisseaux plus volumineux, les deux tissus peuvent alterner, de sorte que la gaîne lymphoïde de la paroi vasculaire est interrompue à plusieurs reprises par des éléments hépatiques.

Mais, si le tissu lymphoïde prend un développement tout à fait exceptionnel à la périphérie du foie de la Salamandre terrestre, en revanche il n'est qu'exceptionnellement représenté dans la profondeur de l'organe ; il y est réduit à des cellules isolées, ou, tout au plus, à des petits groupes de cellules, irrégulièrement disséminées.

Chez l'animal étudié, le parenchyme hépatique renfermait un gros kyste parasitaire (vraisemblablement à coccidies). Or, autour de ce kyste, les éléments lymphoïdes, disposés en plusieurs rangées concentriques, formaient un manchon épais, très régulier.

Les éléments leucocytaires du foie de la Salamandre terrestre affectent presque tous une forme polygonale manifeste ; d'autre part, dans presque tous, le cytoplasma présente un développement relativement considérable, de sorte que les lymphocytes y sont exceptionnels. La grande majorité des éléments est représentée par des leucocytes dont le noyau polymorphe, fragmenté en deux, trois et même sept lobes, affecte des formes très variées.

Les leucocytes à noyau annulaire, les « Lochkerne » des auteurs

allemands, sont assez fréquents ; l'épaisseur de l'anneau n'est pas cependant égale dans tout le pourtour ; souvent, il semble être formé de lobes juxtaposés. Enfin, il n'est pas rare d'observer des leucocytes à deux noyaux isolés, mais il est possible que ce ne soit là qu'une apparence.

Relativement à la structure de ces noyaux polymorphes, je rappellerai les opinions de Siedlecki (**1895**) et de Göppert (**1891**) qui ont spécialement étudié les leucocytes polymorphes du foie de la Salamandre. Pour le premier de ces auteurs, un noyau polymorphe se forme par allongement et scission d'un noyau arrondi, les rayons plasmatiques exerçant une tension sur ce dernier. Siedlecki insiste sur le fait que les lobes de ces noyaux ne se séparent jamais ; que la somme des lobes est égale au volume du noyau primitif ; que, malgré toutes les variations de forme, la disposition de la chromatine indique qu'il s'agit toujours d'un noyau unique, et que, en somme, rien ne permet de supposer que la fragmentation du noyau corresponde à une division mitotique.

Or, c'est cette dernière opinion que soutient Göppert, qui croit voir dans les leucocytes polymorphes de la couche lymphoïde du foie des Urodèles des figures rappelant la fragmentation indirecte dans le sens d'Arnold. Celui-ci a observé dans des conditions normales et pathologiques (moelle osseuse, ganglion lymphatique, rate, sarcome, et carcinome) un mode de division spécial, qui ne serait ni la mitose, ni l'amitose : le noyau de la cellule se modifie, la substance chromatique affecte une disposition radiaire, le noyau devient annulaire, lobé ou ramifié. Ensuite, le noyau se segmente en plusieurs noyaux secondaires, réunis d'abord par des prolongements fins, puis isolés. La cellule se divise en autant de parties qu'il y a de masses secondaires, ou encore certaines parties de son protoplasma se séparent dans le voisinage du noyau secondaire. Par la persistance de la membrane nucléaire, ce processus rappellerait la division directe, par l'augmentation et l'ordonnancement de la substance chromatique, la mitose.

Il est vrai que Demarbaix (**1888**), ainsi d'ailleurs que Aoyama et Cornil, interprète les figures d'Arnold comme des modifications cadavériques de la cellule. Quoiqu'il en soit, Göppert affirme que les leucocytes polymorphes de la couche lymphoïde du foie des Salamandres correspondent aux différents stades de la division de la cellule, de la soi-disant « fragmentation indirecte », le point de départ de la fragmentation étant représenté par la cellule à noyau annulaire. Le mode de formation de ce noyau, tel que le décrit Göppert, est très curieux : de deux côtés du noyau se forment des dépressions, qui deviennent de plus en plus profondes et arrivent jusqu'au centre de la cellule : au point de contact, la membrane qui les séparait, se déchire, et il en résulte un noyau percé de part en part. La substance qui remplit l'orifice de l'anneau ne diffère en rien du protoplasma. L'anneau se divise en un certain nombre de fragments (2-8) sans que la forme du noyau varie considérablement : les fragments sont d'abord réunis, puis s'écartent les uns des autres et deviennent finalement indépendants. Mais l'auteur avoue lui-même (p. 379) n'avoir jamais pu mettre en évidence une division du protoplasma consécutive à la division nucléaire.

Dans le travail que Nemiloff (**1903**) a consacré aux amitoses des cellules corticales du foie des Amphibiens, on ne trouve pas non plus d'indications relatives à la division du protoplasma, accompagnant ou suivant de près la division du noyau. Pour Nemiloff, les cellules se divisant par amitose sont situées à côté de celles qui se multiplient karyokinétiquement (les dernières seraient un peu plus grandes). Le noyau du leucocyte en voie de division directe commence par se déprimer en entonnoir ; il prend bientôt une forme annulaire et enfin se rompt en plusieurs fragments. L'auteur croit ainsi devoir rapporter à une division amitotique les différents stades de la fragmentation du noyau.

La plupart des histologistes s'accordent cependant à voir dans la fragmentation du noyau des polymorphes, soit un effet des mouvements actifs du protoplasma, soit une adaptation aux fonctions,

exercées par la cellule.[1] Ainsi, pour HEIDENHAIN (**1892**), le polymorphisme du noyau est en rapport avec les mouvements amiboïdes de la cellule. METCHNIKOFF admet une explication plus téléologique et il croit que le noyau est découpé afin de faciliter la diapédèse et la migration de la cellule. Quoiqu'il en soit, il est fort probable, que les formes rondes et polymorphes du noyau ne doivent pas être considérées comme des stades évolutifs, mais comme des formes irrégulièrement alternantes d'un même élément (NEUMANN, **1903**).

La couche lymphoïde du foie de la Salamandre terrestre, en outre des mononucléaires et des leucocytes polymorphes, renferme encore des acidophiles assez nombreux ; ceux-ci ont un noyau unique, occupant le bord de la cellule, et leur cytoplasma est bourré de grosses granulations nettement acidophiles. Dans la même cellule, le volume des granulations est sujet à des variations : dans certains cas, leur nombre est peu élevé et elles n'occupent qu'une portion du corps cellulaire : il s'agit probablement de cellules jeunes, dans lesquelles l'élaboration des granules n'est que commencée. Dans la couche profonde de la capsule lymphoïde, les cellules éosinophiles sont plus nombreuses.

Je n'ai presque rien à ajouter à ce que l'on sait déjà sur le foie du Triton, étudié par de nombreux auteurs. Une couche de tissu lymphoïde formée de plusieurs rangées cellulaires, mais en tout cas beaucoup moins développée que celle de la Salamandre terrestre, constitue une capsule ininterrompue, qui est limitée, vers l'extérieur, par la membrane séreuse, et qui se prolonge, dans la masse hépatique, par des cordons peu développés et moins accidentés que chez la Salamandre terrestre.

SIEDLECKI (**1895**) refuse à la couche lymphoïde du foie des Salamandres la valeur d'un tissu, et se borne à la considérer comme une simple accumulation de cellules. Cependant, même sans avoir

[1] Il convient d'ajouter, que certains auteurs ne veulent pas admettre qu'une cellule à noyau unique puisse se transformer en une multinucléé. « Gesehen hat ja noch niemand, dit RIBBERT (**1897**), wie die einkernige Zelle sich durch Uebergangsformen hindurch in die mehrkernige umwandelte. »

recours à une méthode spéciale de préparation, on peut déceler, par places, entre les éléments, une trame réticulée; d'autre part, on voit des prolongements émaner de la membrane conjonctive environnante et s'engager entre les leucocytes.

Dans l'épaisseur du parenchyme hépatique, de petits groupes de cellules leucocytaires sont presque toujours associés aux amas pigmentaires, extrêmement nombreux chez le Triton.

Quant aux éléments du tissu lymphoïde du foie, ils sont représentés par des lymphocytes, des mononucléaires, des leucocytes à noyau polymorphe de forme variée, et enfin, des leucocytes à granulations. Les mononucléaires ont un noyau relativement petit, excentrique, et un corps cytoplasmique bien développé, homogène, acidophile. Or, à côté de ces éléments, mesurant en moyenne 13 à 15 μ, on distingue des lymphocytes à bordure cytoplasmique très réduite, et dont le noyau atteint sensiblement le volume d'un leucocyte mononucléaire.

Le cytoplasma des leucocytes à noyau polymorphe paraît homogène, en tout cas on ne parvient pas à y déceler des granulations nettes. Les leucocytes à granulations sont surtout apparents sur les coupes, traitées par l'éosine-orange, bleu de toluidine : les granulations se colorent alors en orange. Le noyau des acidophiles est unique, excentrique, arrondi, mais il peut aussi être aplati, ou incurvé, ou encore lobé.

L'étude du foie des Vertébrés, au point de vue des tissus particuliers qui entrent dans sa constitution, a permis à Eberth (**1867**) de distinguer deux types de foie : un « Batrachiertypus » et un « Säugethiertypus », ou encore une forme simple et une forme composée du foie. La première serait propre aux Poissons, Serpents, Lézards, Chéloniens, Oiseaux et Mammifères ; la seconde aux Cécilies, Tritons, Salamandres, Crapauds et Grenouilles. Cette classification, comme on l'a vu, n'est pas complètement exacte : le foie des Poissons offre un développement assez considérable du tissu lymphoïde et doit être

rangé dans le second groupe ; il en est de même pour les Chéloniens, dans le foie desquels PILLIET (**1889**) décrit de volumineuses cellules pigmentaires arrondies, situées au centre d'un amas étoilé, irrégulier, de cellules polygonales à gros noyau. Ces amas, plus rares que dans le rein du Protée, seraient plus abondants que chez la Cécilie. D'autre part, dans le foie des « Crapauds et Grenouilles », le tissu lymphoïde est très faiblement représenté.

Quoiqu'il en soit, la distinction entre foie simple et foie composé dans le sens d'EBERTH pourrait être retenue. Depuis une simple infiltration leucocytaire périvasculaire jusqu'à un système indépendant ne le cédant en rien comme importance à l'appareil sécrétoire, on voit le système lymphoïde passer par différents stades de développement, pour atteindre un certain maximum (Urodèles), puis finir par disparaître complètement (Oiseaux, Mammifères).

Il serait difficile d'établir un rapport entre la richesse du foie en tissu lymphoïde et la place que l'espèce considérée occupe dans la série animale. Vraisemblablement, il s'agit ici plutôt d'une certaine corrélation entre différents organes de la même espèce que d'une véritable évolution génétique. Il faut toutefois remarquer que si un développement phylogénétique du tissu lymphoïde du foie ne peut pas être établi d'une façon certaine, on aurait peut-être tort de le dénier complètement. L'étude du foie embryonnaire des Vertébrés supérieurs fournit certaines indications intéressantes à ce sujet. Dans le foie des nouveau-nés humains, on trouve d'une façon inconstante des amas leucocytaires dans les espaces de Kiernan (PILLIET, **1889**). Dans le foie du Cobaye du 15e au 60e jour de la gestation et sur les fœtus humains de 30 millimètres, et jusqu'aux 7e et 8e mois de la vie utérine, NATTAN-LARRIER (**1904**) a vu des cellules basophiles situées dans l'intervalle des cellules hépatiques, en contact immédiat avec elles. Sur le fœtus très jeune, celles-ci sont groupées par îlots de 5 ou 6 : à une période ultérieure du développement elles deviennent plus rares. Les cellules basophiles se multiplient par karyokinèse dans

le tissu hépatique lui-même : l'auteur ignore, comment elles disparaissent à la fin de la vie fœtale.

Dans le foie des Oiseaux (Canard, Faucon), des cellules leucocytaires ont été signalées, mais ce sont probablement là des éléments de passage, apportés par le courant sanguin. Chez un Pigeon, que j'ai examiné, le foie renfermait de gros amas de lymphocytes, mais je n'ose affirmer qu'il ne s'agissait pas d'une formation pathologique (l'animal ayant reçu du sérum d'Anguille). — Chez un Renard, dont le pneumo-gastrique droit a été sectionné, Pilliet (1889) a également vu une infiltration leucocytaire autour des espaces porte.

Ainsi, des cellules appartenant au système lymphoïde se trouvent dans le foie des embryons des Vertébrés supérieurs et chez les adultes des Vertébrés inférieurs. Tantôt à peine esquissé, tantôt présentant un développement très considérable, le tissu lymphoïde du foie des Ichthyopsidés s'associe aux formations analogues localisées dans plusieurs autres organes de ces animaux pour constituer un nouveau foyer pour la production des éléments libres du sang. La fréquence des figures karyokinétiques dans les cellules du tissu lymphoïde du foie, surtout chez les animaux bien nourris, est une preuve de la légitimité de cette conception.

IV. — PANCRÉAS

Des amas notables de tissu lymphoïde sont relativement assez rares dans le pancréas.

Chez un *Mustelus vulgaris* Müll. Henl., j'ai pu noter entre les tubes pancréatiques des traînées lymphoïdes parfois assez larges. Vraisemblablement, il ne s'agit pas dans le cas présent d'une simple infiltration leucocytaire autour des tubes pancréatiques, car on voit un reticulum se dessiner entre les éléments et les emprisonner dans ses mailles; quand l'accumulation des éléments est plus considérable, de fortes fibres conjonctives s'y ajoutent. Des espaces intertubulaires plus vastes sont presque toujours traversés par un petit vaisseau ou

un capillaire sanguin, autour duquel le tissu lymphoïde forme une sorte de manchon.

La majeure partie des éléments du tissu lymphoïde du pancréas de *Mustelus vulgaris* est représentée par des lymphocytes de petite taille (4 μ), dont le noyau présente souvent un seul karyosome central. Des leucocytes à noyau unique, petit et excentrique et à granulations neutrophiles, peu serrées, s'entremêlent aux éléments précédents. On retrouve les mêmes éléments dans les vaisseaux sanguins, qui irriguent le tissu.

Parmi les Téléostéens, le *Crenilabrus melops* Riss. offre un exemple de la présence du tissu lymphoïde dans le pancréas. Ce Poisson, comme on le sait, a un pancréas diffus, formant des sortes de traînées autour des vaisseaux mésentériques et pénétrant en touffes arborescentes dans le parenchyme hépatique.

D'après Laguesse (1895), les branches de la veine porte principale et les portes accessoires se revêtent, comme d'un vernis, d'une gaîne complète, continue, et assez épaisse de tissu sécréteur, qu'elles entraînent avec elles dans l'épaisseur du foie ; elles l'abandonnent au point seulement où elles vont se capillariser pour entrer dans le lobule. Les coulées pancréatiques se ramifient donc successivement à la face concave du foie, dans sa substance même, et enfin sur sa face convexe.

Or, entre les tubes du pancréas interhépatique, s'insinuent des traînées lymphoïdes plus ou moins considérables, que Laguesse interprète de la manière suivante : les vides entre les tubes pancréatiques seraient occupés par des capillaires sanguins et de larges espaces lymphatiques irréguliers, paraissant dépourvus de parois propres, mais remplis de leucocytes granuleux qui les jalonnent très nettement : les tubes glandulaires semblent donc baigner dans la lymphe.

Pour Laguesse, il s'agirait ainsi de sortes de sinus lymphatiques autour des tubes pancréatiques. Je crois cependant que les traînées occupant les intervalles entre les tubes pancréatiques du *Crenilabrus melops* doivent être rangées dans la même catégorie de tissus que

ceux que nous avons rencontrés dans l'intimité de plusieurs organes des Ichthyopsidés, attendu que ceux-ci présentent la plus grande analogie avec les masses lymphoïdes intertubulaires du rein du même animal (p. 213).

C'est surtout autour des coulées pancréatiques siégeant à la péri-



Fig. VII. — Coupe du foie du *Crenilabrus melops* Riss. — *p. h.*, parenchyme hépatique ; *a. p.* acinus pancréatique ; *t. l.* tissu lymphoïde ; *l. a.* leucocyte acidophile.

phérie du foie que l'on trouve des amas lymphoïdes plus abondants et plus volumineux (fig. VII) : dans ceux qui sont enfouis dans l'épaisseur du parenchyme hépatique, le tissu lymphoïde présente un développement beaucoup moins considérable. Sur des coupes trans-

versales, les masses lymphoïdes tantôt enveloppent complètement un tube pancréatique, tantôt le cernent d'un seul côté seulement : plus d'une fois, d'ailleurs, les tubes pancréatiques sont au contact immédiat les uns des autres.

Les éléments entrant dans la constitution du tissu lymphoïde intertubulaire du pancréas du Crénilabre sont : 1) les lymphocytes ; 2) les mononucléaires, de petite taille, à cytoplasme incolore ou légèrement acidophile, presque toujours de forme polyédrique ; 3) des leucocytes à granulations. Ces derniers (fig. VII, *l. a.*) semblent être les plus nombreux, ou du moins les plus apparents, par suite de la coloration intense que prennent leurs granulations. Dans les coupes traitées par l'éosine-orange, bleu de toluidine, les granulations se colorent en un orange très vif, brillant ; d'autrefois en rouge de l'éosine ; le noyau est excentrique, le plus souvent masqué par les granulations. Il est plus visible dans les coupes traitées par le bleu de Unna, où les granulations restent incolores ou se teignent en un vert clair. Quand on traite la coupe par le Magenta, suivi du mélange de Benda, les granulations tantôt se colorent en vert, sans intensité toutefois, tantôt restent incolores, tantôt enfin prennent le rouge Magenta. Comme on le voit, les réactions chromatiques de ces éléments sont les mêmes que celles signalées à propos du rein du même animal ; toutefois, l'affinité des granulations pour certains colorants basiques (rouge Magenta) est peut être moins prononcée ici. Cependant, dans les vaisseaux traversant l'organe et remplis d'une proportion notable d'éléments lymphoïdes, les leucocytes à granulations (qui y dominent) prennent le plus souvent le rouge Magenta.

Les leucocytes à granulations forment parfois un manchon complet autour d'un acinus pancréatique ; dans le parenchyme hépatique lui-même, ils sont disséminés en abondance, sans toutefois former d'amas. En certains endroits, la zone superficielle du foie est recouverte d'une mince couche de cellules lymphoïdes.

Je noterai enfin que dans le pancréas d'*Esox lucius*, CAJETAN (1883) a retrouvé les amas de cellules lymphoïdes, déjà signalés par

Legouis (**1872**), non seulement dans le pancréas du Brochet, mais aussi dans celui de plusieurs autres espèces de Poissons osseux.

V. — CŒUR

L'organe que je vais étudier dans ce chapitre représente un apanage exclusif d'un groupe très limité d'Ichthyopsidés, celui des Ganoïdes. Mais c'est précisément à cause de son caractère exceptionnel, que cette formation mérite une attention spéciale, d'autant plus qu'elle se trouve réalisée chez les Ganoïdes, les descendants les plus directs des Poissons anciens.

Chez l'Esturgeon, la surface du cœur est revêtue d'une substance glandulaire blanchâtre, mamelonnée, si exceptionnelle pour l'organe central de la circulation, qu'elle n'a pas échappé à l'attention des anciens zoologistes. Elle est déjà signalée par Valsalva. Kölreuter (**1771**) la considère comme formée de tissu musculaire. Sa nature glandulaire est affirmée par von Baer (**1819**) ainsi que par Kühl (**1820**).

Dans son système d'Anatomie comparée, Meckel (**1831**) décrit sous le nom de thymus la masse glandulaire en question. Pour Carus, elle n'est autre chose que de la graisse : Otto (**1843**) croit que c'est du tissu érectile, et Müller (**1844**), dans son mémoire sur les Ganoïdes, la décrit sommairement, renvoyant pour plus de détails au travail d'Otto. Toutefois, Müller ajoute que les « eigenthümlichen quastartigen Gefässglomeruli auf der Oberfläche des Herzens des Stöhrs fehlen des übrigen Ganoiden » et que ces glomérules sont enfouis dans des espaces lymphatiques. Pour Stannius (**1846**), la masse qui revêt le cœur de l'Esturgeon est formée par des sacs lymphatiques ; d'une manière imagée, l'auteur la compare à des vésicules cutanées, « bullöser Hautausschlag ». Leydig (**1853**), enfin, l'assimile aux follicules de Peyer ou à la rate.

Comme on le voit, la structure intime de l'organe en question est complètement inconnue des anatomistes anciens, et il faut remonter

jusqu'au mémoire d'HERTWIG (**1873**) sur les glandes lymphatiques de la surface du cœur de l'Esturgeon, pour en trouver une description plus détaillée.

D'après cet auteur, le muscle cardiaque est revêtu chez ce Poisson de plusieurs mamelons (« Höckern »), de volume et de forme différents. Les plus grands ont une surface moins convexe, moins régulière que les petits, et on les voit divisés par des invaginations secondaires en plusieurs lobes. Leur aspect extérieur varie d'ailleurs avec l'état de turgescence, suivant que les lobes sont plus ou moins remplis de lymphe.

L'examen comparatif de plusieurs exemplaires démontre, en premier lieu, que la masse glandulaire du cœur présente des variations individuelles et, en second lieu, que certaines parties du cœur et du bulbe ne sont pas ou ne sont presque pas revêtues de tissu lymphoïde. Ainsi, l'oreillette ne présente qu'exceptionnellement de petits lobes glandulaires. La partie moyenne de la surface dorsale du cœur reste également souvent à nu ; la même disposition se retrouve à la face ventrale du cœur, dont certaines parties sont complètement dépourvues de revêtement glandulaire.

L'incision d'un lobe glandulaire provoque l'émission d'un liquide incolore, trouble, renfermant de nombreux corpuscules lymphoïdes, à gros noyau et à mince bordure cytoplasmique, ainsi que de rares cellules endothéliales.

Le muscle cardiaque est revêtu d'une mince membrane péricardique, qui le sépare de la masse glandulaire proprement dite : celle-ci est revêtue à son tour d'une mince membrane conjonctive, dérivée du péricarde ; de sorte que, dans la conception d'HERTWIG, les lobes doivent être regardés comme des épaississements du feuillet viscéral, contenant un liquide lymphatique et une substance glandulaire. De la membrane enveloppante partent des travées conjonctives en plus ou moins grand nombre : des masses glandulaires sont suspendues à ces travées, et le rapport entre les deux est celui d'un arbre avec ses branches et avec ses feuilles ; les masses glandulaires sont à leur

tour traversées par des travées conjonctives qui s'unissent par places à la face interne de la membrane enveloppante.

Des trabécules ramifiées, tantôt plus minces, tantôt renflées, parcourent la masse toute entière, y dessinant un réseau à mailles étroites. Autour des trabécules sont groupés des corpuscules microscopiques arrondis, surtout fréquents aux extrémités des ramifications arborescentes, au voisinage des limites interlobulaires, etc. Dans ces endroits, on les voit former une bordure qui constitue une sorte de zone de croissance pour les trabécules.

L'endothélium, qui tapisse les lobes, les travées et les trabécules, est formé de minces cellules aplaties, à gros noyau. L'auteur considère comme possible l'origine des corpuscules lymphatiques aux dépens de l'endothélium. Dans la couche enveloppante des lobes, on trouve des cellules conjonctives fusiformes, des petits amas leucocytaires et des cellules pigmentaires. Les fibres musculaires semblent manquer complétement.

Entre le tissu conjonctif et le tissu réticulé il y a passage insensible, et HERTWIG croit que le dernier se forme aux dépens du tissu conjonctif par disparition des fibrilles et réduction de la substance intercellulaire. [1]

Les travées et villosités (« Zotten ») situées à la surface de la masse glandulaire, immédiatement au-dessous de la membrane enveloppante, ont une structure un peu différente : elles sont probablement les premières ébauches de la substance ganglionnaire. Les villosités se distinguent notamment par leur aspect transparent, dû à la pauvreté en éléments cellulaires : la substance fondamentale est homogène, parsemée de rares cellules rondes à gros noyau et à mince bordure protoplasmique ; l'ensemble rappelle le tissu cartilagineux.

C'est à dessein que j'ai insisté sur les conclusions d'HERTWIG, car son mémoire résume à peu près tout ce que l'on sait jusqu'à présent

[1] L'opinion d'HERTWIG sur la genèse du tissu réticulé s'éloigne ainsi considérablement de celles qui sont admises actuellement.

sur l'organe lymphoïde du cœur de l'Esturgeon. Sa description est parfaitement exacte dans ses grandes lignes, comme on pouvait l'attendre d'un observateur de la valeur de Richard Hertwig. Je consignerai simplement, dans les lignes qui suivent, diverses constatations relatives à la structure histologique intime de l'organe en question, constatations, que j'ai pu faire, grâce à l'emploi de procédés techniques plus perfectionnés. En outre de l'Esturgeon, j'ai étudié le cœur du Sterlet et celui de l'*Acipenser Güldenstädtii*.

Acipenser sturio L. — Sur une coupe transversale, l'organe lymphoïde du cœur de l'*Acipenser sturio* se montre limité par une capsule périphérique d'épaisseur inégale, mais assez large, en général, de laquelle émanent vers l'intérieur des septa cloisonnant la masse glandulaire en une série de masses secondaires, découpées à leur tour en un certain nombre de follicules arrondis, de lobules plus ou moins anastomosés et de cordons ramifiés. Le trajet des travées principales est sinueux : celles-ci émettent, en effet, des prolongements latéraux bifurqués et des sortes de petits bourgeons terminés en massue ou en pointe émoussée.

Le sinus périphérique, qui s'étend au-dessous de la capsule, communique avec ceux qui sillonnent dans toutes les directions le parenchyme lymphoïde. Les sinus tantôt sont vides, tantôt renferment une quantité d'éléments blancs, auxquels s'associent des hématies. De nombreux capillaires et vaisseaux de fort calibre assurent une vascularisation abondante aussi bien de la capsule que de la masse interne.

En traitant la coupe par le mélange picro-fuchsique de Van Gieson, on met en évidence une trame conjonctive qui forme une charpente pour l'organe. Celle-ci est surtout bien développée dans la capsule et les septa qui en partent. La partie périphérique de cette dernière est formée presque exclusivement par du tissu conjonctif fibreux, dense, parsemé de noyaux ; vers sa face profonde, les fibres deviennent plus lâches et leurs intervalles sont infiltrés de leucocytes

plus abondants. De nombreuses cellules pigmentaires, étoilées, y sont disséminées.

Les septa ont une structure analogue à celle de la partie profonde de la capsule : on y voit des fibres conjonctives, tantôt cheminer parallèlement, tantôt former un feutrage plus ou moins serré.

Le parenchyme lymphoïde circonscrit par les septa est également parcouru par un reticulum conjonctif, dont les fines fibrilles s'anastomosent entre elles et forment des mailles, dans lesquelles sont emprisonnés les éléments lymphoïdes. Par places, la charpente conjonctive est plus grossière et les fibres forment un lacis inextricable.

Parmi les éléments leucocytaires entrant dans la constitution de l'organe glandulaire du cœur de l'*Acipenser sturio*, je citerai : 1) des lymphocytes, entourés d'une bordure cytoplasmique développée d'un seul côté du noyau, ou tout autour de lui ; ce dernier est tantôt petit, tantôt beaucoup plus volumineux, pauvre en chromatine, mais toujours à corps cytoplasmique étroit ; dans certains lymphocytes la chromatine se condense en deux gros karyosomes ; la taille de ces éléments varie entre 3 à 9 μ ; 2) des mononucléaires ; 3) des leucocytes granuleux très nombreux.

La répartition de ces derniers éléments n'offre rien de précis : tantôt ils sont accumulés dans des proportions telles qu'ils forment à eux seuls la majeure partie des éléments leucocytaires d'un lobule, tantôt ils sont beaucoup plus rares. Dans la couche profonde de la capsule périphérique, les leucocytes granuleux sont également très abondants.

Les réactions colorantes de ces éléments offrent un certain intérêt. Nous savons quelle grande diversité présentent les leucocytes granuleux du rein de l'*Acipenser sturio* (p. 195) ; nous y avons trouvé des leucocytes à granulations acidophiles, d'autres à granulations basophiles, d'autres, enfin, renfermant les deux sortes de granulations à la fois. Dans le tissu lymphoïde du cartilage crânien, comme nous allons le voir, les leucocytes granuleux se comportent de la même manière que dans le rein. Il n'en est plus de même

dans l'organe lymphoïde du cœur : dans les coupes fixées au Zenker iodé et colorées à l'éosine-orange, bleu de toluidine, tous les leucocytes granuleux se colorent invariablement en orange, ce qui indiquerait qu'il s'agit de leucocytes acidophiles. Si on colore les mêmes préparations par le bleu de Unna, les granulations tantôt restent incolores, tantôt sont légèrement verdâtres. Dans le triacide, elles se teignent en rouge vif. Mais si on traite les coupes par le rouge Magenta et le Benda, ou par la safranine et le mélange de Cajal, les granulations se colorent invariablement par le Magenta ou par la safranine, suivant les cas. C'est un exemple de plus de l'insuffisance de l'analyse chromatique dans l'examen des types leucocytaires, les mêmes granulations pouvant offrir des réactions franchement acidophiles et des réactions franchement basophiles.

Acipenser Güldenstädtii Brandt. — La surface du cœur de l'*Acipenser Güldenstädtii* est également revêtue d'une substance glandulaire blanchâtre, qui donne à l'organe un aspect bosselé. Chez les individus de 35-43 centimètres que j'ai eus à ma disposition, le muscle cardiaque est en quelque sorte hérissé de petits mamelons irréguliers, qui s'élèvent au-dessus du muscle à une hauteur variant de 1-4 millimètres ; leur diamètre varie de 1 millimètre jusqu'à 5 millimètres environ : dans le dernier cas, le mamelon, au lieu d'être lisse, présente des sortes de boursouflures superficielles.

Les lobes sont séparés l'un de l'autre par des incisures plus ou moins profondes, irrégulières, qui sillonnent dans toutes les directions la masse glandulaire. La disposition et la forme des mamelons varient non seulement suivant le point considéré, mais d'un individu à l'autre. Par place, à la partie supérieure du ventricule notamment, la masse glandulaire, au lieu de s'élever en mamelons, forme à la surface du cœur une couche moins accidentée, presque uniforme. Des points et des traînées de pigment se distinguent même à l'œil nu dans la masse blanchâtre de l'organe.

Sur une coupe transversale, examinée à un faible grossissement, on voit le muscle cardiaque revêtu d'une série de bosselures irrégu-

lières, plus ou moins volumineuses, plus ou moins arquées. Tantôt celles-ci sont séparées les unes des autres par des invagina-

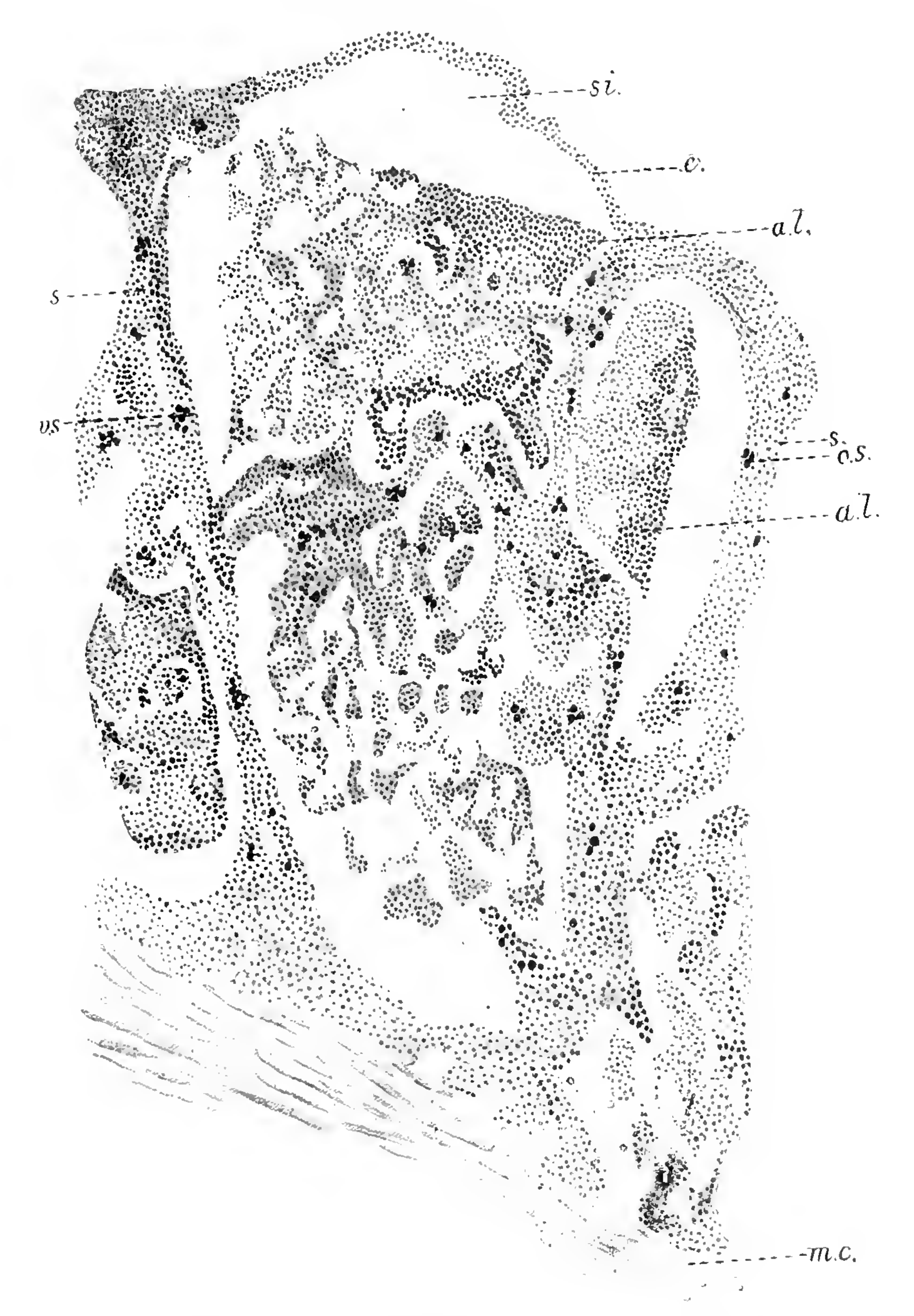


Fig. VIII. — Coupe de l'organe lymphoïde du cœur de l'*Acipenser Güldenstadtii* Brandt. — *c.*, capsule ; *s.*, septum ; *si.*, sinus ; *a. l.*, amas lymphocytaire ; *m. c.*, muscle cardiaque ; *v. s.*, vaisseau sanguin.

tions profondes, tantôt la démarcation est beaucoup moins prononcée, les proéminences voisines se soudant sur presque toute leur hauteur, et la membrane péricardique dessinant à leur surface une ligne

sinueuse, s'invaginant plus profondément au niveau de l'espace interlobulaire.

L'organe est revêtu par une sorte de capsule (fig. VIII), qui envoie des septa plus ou moins épais dans la profondeur de l'organe : ceux-ci y circonscrivent des masses de substance lymphoïde, irrégulièrement lobées et ramifiées. Les septa principaux arrivent presque jusqu'au contact du muscle cardiaque, et, sur leur parcours, ils envoient de place en place des prolongements latéraux qui se ramifient à leur tour et se raccordent parfois avec les cordons lymphatiques des masses lobulées.

La couche périphérique et les septa qui en partent ont exactement la même structure : ils sont surtout formés par du tissu adénoïde typique, dans la constitution duquel le tissu conjonctif fibreux prend une part assez faible : ces formations diffèrent donc de leurs homologues chez l'*Acipenser sturio*, où, comme on le sait, le tissu conjonctif est largement développé.

En dehors des septa principaux, qui divisent l'organe en une série de lobes, la capsule périphérique donne naissance à des prolongements courts, terminés parfois en massue. De la couche profonde de l'organe, la plus voisine du muscle cardiaque, partent enfin des piliers lymphoïdes, qui se continuent plus ou moins en avant, en restant indivis, ou en se ramifiant.

La capsule périphérique, ainsi que les septa qui en partent, sont irrigués par de nombreux vaisseaux sanguins, renfermant des hématies et de nombreux leucocytes, en particulier des acidophiles. La vascularisation semble être moins abondante dans le parenchyme lymphoïde intérieur. Au-dessous de la capsule s'étend un vaste sinus irrégulier, qui communique avec ceux des masses lobulées, circonscrites par les septa.

Capsule périphérique, septa et travées qui en partent, lobules et cordons de la masse lymphoïde occupant l'intérieur des proéminences glandulaires sont revêtus d'un endothélium mince, dont les noyaux aplatis et allongés se dessinent très nettement.

La trame du parenchyme lymphoïde est formée par du tissu réticulé qui me semble présenter un caractère cellulaire : au voisinage du muscle cardiaque, là, où les éléments leucocytaires sont moins serrés, certaines cellules, dont le noyau clair et souvent allongé diffère nettement de celui des leucocytes, émettent des prolongements qui s'anastomosent les uns avec les autres, en décrivant des mailles, assez larges vers la partie profonde de l'organe, plus serrées à sa périphérie.

Dans les coupes fixées au Zenker iodé et colorées à l'éosine-orange, bleu de toluidine, on distingue dans l'intérieur des masses lymphoïdes circonscrites par les septa des sortes de plaques irrégulières, colorées en bleu par la toluidine (fig. VIII, *a. l.*), surtout nombreuses au voisinage de la capsule. Elles sont constituées par des amas de lymphocytes à corps cytoplasmique faiblement développé. Les lymphocytes, irrégulièrement disséminés dans le parenchyme lymphoïde de l'organe tout entier, s'accumulent ainsi par place en quantité plus considérable, en formant des masses relativement volumineuses, qui cependant n'ont jamais l'aspect des follicules à contours précis nettement délimités.

La taille des lymphocytes varie dans des limites assez grandes (3.5-7 μ) ; leur réseau chromatique est tantôt serré, tantôt plus lâche : le noyau présente alors un aspect vésiculeux, à un ou deux gros karyosomes. Parmi ces éléments, certains ont une taille égale aux mononucléaires, mais, le plus souvent, ces derniers ont un diamètre sensiblement supérieur (7-10 μ). Les mononucléaires se groupent surtout dans les endroits moins foncés de la coupe (fig. VIII) ; leur corps cellulaire est souvent de forme angulaire, il est assez développé, finement strié, et le noyau unique occupe le centre. Le cytoplasma des mononucléaires, tantôt est faiblement basophile, tantôt se colore en rose par l'éosine.

Des leucocytes à granulations acidophiles abondent dans l'organe lymphoïde du cœur de l'*Acipenser Güldenstädtii*, leur répartition, cependant, est très irrégulière. Tantôt on n'en voit pas un seul dans

le champ du microscope, tantôt ils sont accumulés en quantité considérable, formant de véritables nuées. Ces éléments ont presque toujours un noyau unique, arrondi (quelquefois lobé), central ou excentrique, et des granulations assez fines, bourrant le cytoplasma qui présente la même coloration que les granules. — Certains leucocytes, à noyau polymorphe, renferment des inclusions, qui semblent assimilables à des débris d'hématies phagocytées.

Les coupes transversales du parenchyme lymphoïde, sillonné par des sinus, et circonscrit superficiellement par la capsule, et latéralement par les septa, mettent en évidence des formations, plus ou moins arrondies, plus ou moins volumineuses, revêtues extérieurement par un endothélium et composées d'une accumulation d'un certain nombre de leucocytes, lymphocytes et mononucléaires : ceux-ci y sont plus ou moins tassés, et, souvent, le centre est occupé par un capillaire sanguin, en général unique. Suivant l'incidence de la coupe, l'aspect qu'affecte un tel amas peut être plus ou moins elliptique : lorsque le capillaire est sectionné suivant sa longueur, ce dernier paraît divisé en 2-3 parties par de petites traînées cellulaires, qui oblitèrent par places sa lumière.

La figure 12 représente une de ces formations, tapissée extérieurement par un endothélium et présentant au centre un capillaire sanguin avec une hématie enchassée. A un fort grossissement, les éléments leucocytaires environnants paraissent unis les uns aux autres par des ponts intercellulaires, mais ces filaments sont trop peu nets, pour que leur existence puisse être affirmée. Or, les formations en question, très nombreuses dans l'organe lymphoïde du cœur de l'*Acipenser Güldenstädtii*, présentent une certaine analogie avec les corpuscules de Hassal, décrits par Prymak (**1903**) et par Machowski (**1903**) dans le thymus des Téléostéens. Pour Prymak, comme d'ailleurs aussi pour Affanassiew, et quelques autres histologistes, les corpuscules de Hassal se forment aux dépens de capillaires sanguins, par prolifération des cellules de l'endothélium vasculaire. Prymak a même reproduit une série de préparations, représentant

les stades intermédiaires entre un capillaire sanguin sectionné, à épithélium simplement épaissi, et un corpuscule de Hassal typique, où toute trace de lumière du vaisseau fait défaut. Les figures de cet auteur rappellent beaucoup, au premier coup d'œil, les formations qui viennent d'être signalées dans le tissu lymphoïde du cœur ; on retrouve même les différents stades de la série génétique de Prymak, depuis un corpuscule *in statu nascendi* jusqu'à un corpuscule adulte.

Je me hâte toutefois d'ajouter que l'analogie est purement superficielle, et que je ne veux nullement dire, que les amas caractéristiques de l'organe lymphoïde de l'*Acipenser Güldenstädtii* soient des corpuscules de Hassal, identiques à ceux du thymus. En effet, un examen plus attentif démontre, que les capillaires possèdent une paroi propre des plus typiques (fig. 12) ; or, si on admet l'interprétation de Prymak, cela ne devrait pas être le cas des corpuscules de Hassal, où la paroi vasculaire serait en état de prolifération.

D'ailleurs, des coupes sériées permettent d'établir que les formations en question représentent simplement des sections des travées lymphoïdes les plus minces qui, comme on l'a vu, sont recouvertes d'un endothélium et traversées par des capillaires.

Avant d'en finir avec ces formations, je voudrais encore signaler un détail qui les concerne : notamment, la structure des leucocytes de ces amas s'éloigne un peu de l'aspect habituel, pour se rapprocher de celui des cellules endothéliales. Je me borne simplement à indiquer ce fait, sans vouloir en tirer une conclusion quelconque à l'appui de la thèse, qui fait dériver les leucocytes des cellules endothéliales (Retterer, Nusbaum, **1901**...) Seule, l'étude des stades plus jeunes permettrait de donner une réponse à cette question.

Acipenser ruthenus L. — D'une manière générale, l'organe lymphoïde péricardique de l'*Acipenser ruthenus* rappelle exactement celui de l'*Acipenser Güldenstädtii* : ici encore, on observe la même disposition du parenchyme lymphoïde, des septa qui le sillonnent, et de la capsule périphérique qui le recouvre ; on y retrouve les mêmes formations arrondies, caractéristiques.

Parmi les éléments cellulaires de l'organe lymphoïde du cœur du Sterlet, on remarque surtout des lymphocytes de dimensions très variables : les mononucléaires, comme chez l'*Acipenser Güldenstädtii*, sont le plus souvent de forme polyédrique ; leur noyau est arrondi et central, et le cytoplasma, finement strié, se colore faiblement par les teintures acides (éosine, mélange de Benda). Les leucocytes à granulations, contrairement à ce qui existe chez le type précédent, sont plutôt rares : les granules présentent une affinité pour les colorants acides.

Il me semble manifeste que, par sa structure histologique, l'organe qui recouvre le cœur de certains Ganoïdes, doit être envisagé comme un ganglion lymphatique. Je rappelle à ce sujet l'opinion de Leydig, qui considérait l'organe en question comme analogue aux follicules de Peyer ou à la rate, et celle de R. Hertwig (**1873**) pour qui c'était un ganglion ou plutôt un complexus de ganglions lymphatiques.

Certes, l'organe lymphoïde du cœur n'offre pas la structure classique des ganglions lymphatiques des Mammifères : on y chercherait en vain une différenciation en substance corticale et en substance médullaire, ou des follicules à centres germinatifs, ou encore des sinus cloisonnés. Mais, parmi les ganglions lymphatiques indiscutables des Vertébrés supérieurs, il en est qui présentent la plus étroite ressemblance avec l'organe lymphoïde de l'Esturgeon. Tel est le cas du ganglion lymphatique de l'Oie, qui, pour Fleury (**1902**), rappelle exactement l'organe qui recouvre le ventricule et le bulbe artériel de l'Esturgeon. La figure de cet organe, donnée par Hertwig (fig. 3, pl. VI), est en quelque sorte un schéma parfait du ganglion des Oiseaux : mêmes dispositions de la substance lymphoïde, et mêmes espaces lymphatiques non cloisonnés.

Or, le ganglion lymphatique de l'Oie se rapprochant du ganglion embryonnaire des Mammifères, l'organe lymphoïde du cœur de l'Esturgeon pourrait être envisagé aussi comme un des chaînons dans le perfectionnement organique du ganglion lymphatique.

Il convient toutefois d'ajouter que l'analogie entre le ganglion du cœur de l'Esturgeon et le ganglion lymphatique de l'Oie n'est pas tout à fait complète : comme Fleury (1902) l'a justement indiqué, le premier n'est pas placé sur le trajet des vaisseaux lymphatiques vrais et il n'interrompt pas la continuité d'un vaisseau lymphatique isolable. Cette disposition paraît être un fait indéniable : si cependant dans la caractéristique des ganglions lymphatiques on faisait intervenir surtout leur configuration histologique et leur rôle dans la production des éléments blancs, en reléguant au second plan la question de savoir, s'ils sont, oui ou non, des filtres de la lymphe, l'organe lymphoïde du cœur des Ganoïdes serait un véritable ganglion lymphatique.

Et puisque nous avons vu d'autre part, dans la série des Ichthyopsidés, différentes formations se rapprochant du cœur de l'Esturgeon, il serait possible d'établir des stades de passage insensibles depuis les formations lymphoïdes des Ichthyopsidés jusqu'aux ganglions lymphatiques classiques des Vertébrés supérieurs, — le ganglion de l'Oie servant de pont d'union.

VI. — ORGANES GÉNITAUX

En 1878, Brock a fait connaître dans le testicule de certains Téléostéens mâles deux substances différentes, dont l'une serait le tissu séminifère, l'autre, le même tissu, à un état peu avancé du développement. Or, Ayers (1885) suppose, que ce dernier tissu est justement du tissu lymphoïde, dont la vraie nature n'a pu être reconnue par Brock. C'est donc dans le travail de Brock qu'il faut chercher la première indication relative à la présence du tissu lymphoïde dans les glandes génitales des Ichthyopsidés.

Vogt et Pappenheim (1859), dans leur étude sur l'anatomie comparée des organes de la génération, signalent, dans le testicule des jeunes *Raja clavata*, une substance particulière, blanche, d'apparence

crayeuse, présentant chez les jeunes individus un développement très considérable. Chez l'animal adulte, la substance crayeuse renferme une quantité de « corpuscules ronds », qui ne sont autre chose que les éléments prolifères : la substance d'apparence crayeuse entoure ces derniers « à peu près comme le plomb qui entoure les petites vitres arrondies qu'on voit dans les fenêtres des anciennes églises gothiques ».

Tout récemment, POLICARD (**1902**) a repris l'étude de ce tissu et a établi que la majeure partie du testicule des jeunes Raies est composée d'un tissu réticulé dont les mailles sont remplies de cellules lymphatiques, appartenant aux 3 types suivants : 1) lymphocytes assez nombreux : 2) mononucléaires à granulations éosinophiles : 3) mononucléaires à protoplasma alvéolaire, spongieux, dépourvu de granulations. Parmi les mononucléaires à granulations éosinophiles, on distingue des cellules à noyau clair, vésiculeux, et à protoplasme chargé de fines granulations éosinophiles, et d'autres, à noyau plus colorable et à granulations éosinophiles énormes, mais colorées moins intensivement que les petites : « les grosses granulations sont donc moins éosinophiles que les petites ».

Il m'a paru intéressant d'examiner de plus près les deux sortes de mononucléaires à granulations éosinophiles, que POLICARD signale dans sa note. Les jeunes *Raja clavata* L., dont je me suis servie, ont été prises dans la Manche, au mois de septembre. Le développement du tissu lymphoïde dans le testicule impubère est tellement considérable, que, sur plusieurs coupes transversales de cet organe, on ne voit presque pas d'ampoules spermatiques, mais une nappe réticulée lymphoïde homogène, traversée par des vaisseaux et capillaires sanguins. Les éléments leucocytaires entrant dans la constitution du tissu lymphoïde du testicule de la *Raja clavata* sont : 1) des mononucléaires à noyau souvent excentrique et à protoplasma nettement acidophile ; 2) des lymphocytes, entourés d'une mince bordure cytoplasmique, acidophile, qui est perceptible seulement avec certaines méthodes de coloration ; le noyau lymphocytaire

dépasse souvent de beaucoup celui des mononucléaires, de sorte que parfois la taille des lymphocytes est égale, sinon supérieure, à celle des mononucléaires : 3) des leucocytes à granulations.

Ce dernier type leucocytaire présente certains caractères particuliers, qui nous arrêteront un peu plus longuement. Comme Policard l'a bien remarqué, les leucocytes granuleux du testicule se laissent diviser en deux groupes, dont le premier est caractérisé par des granulations fines et nombreuses, le second par des granulations « énormes » : (j'ai constaté le même fait dans l'organe lymphoïde de l'œsophage de certains Sélaciens) : les granulations fines et les granulations « énormes » rentrent dans la catégorie des granulations éosinophiles, mais les grosses granulations seraient moins éosinophiles que les petites. — Dans les préparations, colorées par l'hématoxyline et l'éosine, ou par le bleu d'Unna-éosine, les grosses granulations, en effet, fixent l'éosine, sans électivité spéciale toutefois, car le corps homogène, acidophile, des mononucléaires est coloré en un rouge non moins intense que celui des granulations. D'autre part, les grosses granulations sont un peu plus pâles que les petites, et on pourrait en conclure, avec Policard, qu'elles présentent un degré d'acidophilie moins prononcé.

Cependant, dans les coupes fixées au sublimé acétique, ou au Zenker iodé, et colorées par le triacide, les grosses granulations sont admirablement colorées en orange, tandis que les petites sont d'un rouge vineux. Or, l'analyse chromatique nous apprend que l'orange a un degré d'acidité plus prononcé encore que l'éosine, et les grosses granulations, fixant l'orange d'une manière élective et très intense, seraient à considérer comme des acidophiles des plus typiques. En même temps, les petites granulations, les mêmes qui ont eu un degré d'éosinophilie plus accentué dans les colorations précédentes, sont ici d'un rouge violacé : ce sont donc des neutrophiles véritables, dans le sens d'Ehrlich. Quand on traite la préparation par l'hématoxyline et l'aurantia, les grosses granulations semblent aussi être plus acidophiles que les petites, car elles fixent le jaune d'aurantia avec

une énergie toute particulière : les petites granulations sont sensiblement plus pâles.

Mais il suffit de s'adresser aux préparations, fixées au Lindsay et colorées par le rouge Magenta et le Benda, ou par la safranine et le vert lumière, pour que les rôles se renversent : les grosses granulations s'emparent avec énergie du colorant nucléaire, les petites du colorant plasmatique. Ainsi, les grosses granulations, nettement acidophiles dans les préparations précédentes, sont devenues ici franchement basophiles ; les petites, que nous avons vu avoir une spécificité indécise : éosinophiles, quand on les traite par l'hématoxyline-éosine, neutrophiles, quand on leur applique le triacide, deviennent encore acidophiles dans la coloration présente.

L'emploi d'autres méthodes de coloration et de fixation est plus déroutant encore : fixées au Zenker iodé et colorées par l'éosine et le bleu d'Unna, les granulations (grosses et petites) se colorent en rouge par l'éosine ; le bleu d'Unna seul les laisse incolores, ainsi d'ailleurs que le violet de gentiane. Mais si le liquide fixateur a été le Lindsay, la méthode de coloration : Unna-éosine, fournit des résultats inattendus : les grosses granulations sont colorées électivement par le bleu d'Unna, les petites par l'éosine.

Dans le chapitre I, j'ai émis une interprétation que m'ont suggéré ces réactions capricieuses. Je me bornerai ici à signaler, toujours dans le testicule des jeunes *Raja clavata*, la présence des leucocytes, intermédiaires, comme taille, aux précédents, et dont la coloration n'est pas très précise.

Tous les éléments leucocytaires, énumérés ci-dessus, abondent dans les vaisseaux et capillaires sanguins du testicule.

Les figures karyokinétiques étaient nombreuses dans un exemplaire de *Raja clavata* que j'ai examiné. Sans compter les lymphocytes, que Policard signale dans sa note comme présentant souvent des figures d'amitose, on observe fréquemment des karyokinèses dans les mononucléaires à cytoplasma homogène et dans les leucocytes à fines granulations.

Protopterus annectens Owen. — D'après AYERS (**1885**), chez le *Ceratodus* et le *Lepidosiren*, les ovaires inactifs (« nichttätigen ») sont logés dans une masse de tissu lymphoïde ; celle-ci est signalée aussi par PARKER (**1892**) dans son mémoire sur le Protoptère.

Sur une coupe totale du Protoptère (fig. IV), on voit la masse lymphoïde qui entoure le rein de ce Poisson se continuer directement avec celle qui est appliquée à la surface des glandes génitales. Elle est formée des mêmes éléments qui ont été décrits précédemment dans le revêtement intestinal (p. 256) et dans la capsule du rein (p. 219) de cet animal : de volumineuses cellules polyédriques (fig. 31) représentent ici également la grande majorité des éléments ; entre elles sont irrégulièrement disséminées des acidophiles, des mononucléaires et des lymphocytes (fig. 27). — Les figures karyokinétiques des éléments leucocytaires ne sont pas rares.

VII. — CAPSULE CRANIENNE

Parmi les formations lymphoïdes des Poissons, que LEYDIG (**1857**) essayait de rapprocher des glandes lymphatiques des Vertébrés supérieurs, figure, entre autres, « une masse blanche, pulpeuse, renfermée dans la cavité crânienne et dans la portion antérieure du canal rachidien chez l'Esturgeon ». A ce sujet je n'ai pas trouvé d'indication bibliographique plus précise.

J'ai étudié ce tissu sur une tête d'Esturgeon (*Acipenser sturio* L.) mesurant 33 centimètres depuis la pointe du museau jusqu'au bord libre de l'opercule. En enlevant au couteau le revêtement des écailles, on constate que le cartilage céphalique est parsemé de cavités, soit creusées dans sa masse, soit disposées à sa surface. Ces dernières sont réparties sans aucun ordre apparent à peu près dans tout le cartilage céphalique ; tantôt elles sont isolées, tantôt elles communiquent entre elles : leur largeur, leur profondeur, ainsi que leur forme n'ont aucune fixité.

Dans ces dépressions, creusées en plein cartilage, on voit une

substance d'aspect blanc-jaunâtre, gras ; celle-ci ne semble pas cependant être de la graisse, dont elle diffère par sa consistance plus ferme, et sa couleur moins jaune, crémeuse.

Au milieu de ces masses éparses, il y en a trois, qui attirent l'attention par leur développement : 1) une masse occupant la portion supérieure de la tête, un peu en arrière des yeux, et remontant assez loin en arrière à la surface du crâne : 2) une masse, ou plutôt une couche, qui tapisse une dépression, située au dessus de la cavité branchiale : 3) une masse de beaucoup la plus importante, qui se trouvait sur l'animal examiné à peu près à 26 centimètres derrière la pointe du museau et qui est à la fois intra-crânienne et intra-rachidienne. Sa portion centrale occupe une dépression profonde de la face dorsale de la capsule crânienne. Le tissu en question forme ici une masse volumineuse de 35 millimètres d'épaisseur sur 45 millimètres de largeur : vers la portion supérieure, il communique avec la masse décrite sous le numéro 1.

Il est, d'ailleurs, à remarquer que la disposition en masses n'est pas aussi schématique que semble l'indiquer cette description. Il s'agit bien plutôt d'un tissu répandu irrégulièrement dans tout le crâne et même au voisinage du crâne, car il en existe, en arrière de la cavité branchiale, deux masses volumineuses, dont il m'a été impossible de préciser les rapports sur l'exemplaire incomplet que j'avais à ma disposition.

Sur une coupe sagittale, la masse centrale (numéro 3) présente une différenciation, appréciable à l'œil nu. La périphérie, surtout les portions supérieures, sont d'un jaune clair, compactes et homogènes. La portion centrale est richement vascularisée, ce qui lui donne une coloration rouge, et la structure en est aréolaire. Il semble y avoir un indice d'une différenciation en substance corticale et en substance médullaire.

Dans la portion du tronc, qui se trouve directement en arrière du bord libre de l'opercule, et immédiatement au-dessous des écailles (entre celles-ci et le cartilage sous-jacent), on voit également une

couche de substance blanchâtre, dont l'épaisseur varie entre 0,5 et 3 centimètres. Enfin, de nombreux petits amas de ce tissu, irrégulièrement dispersés dans la masse cartilagineuse céphalique, ne dépassent pas souvent la grosseur d'un pois.

Déjà à l'œil nu, on se rend compte que ces amas ne sont pas

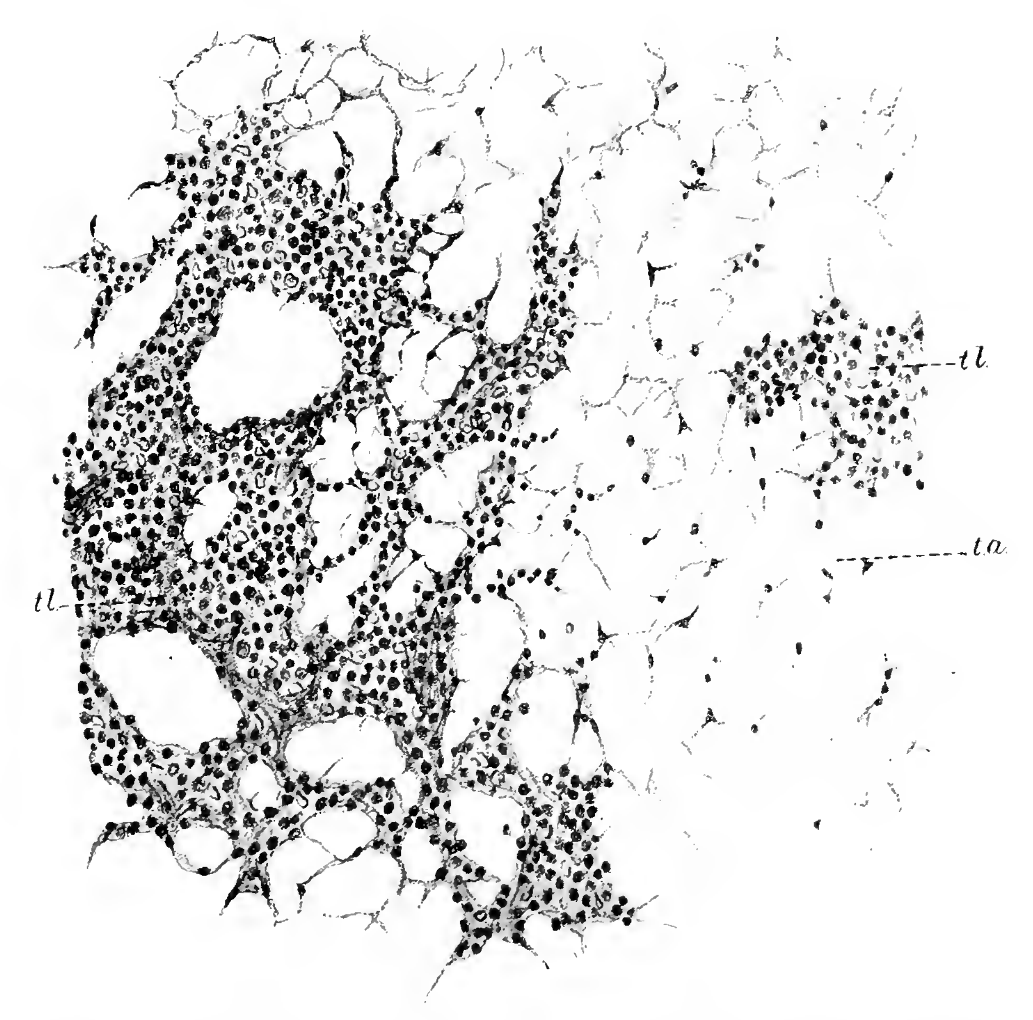


Fig. IX. — Coupe d'un amas lymphoïde du cartilage céphalique de l'*Acipenser sturio* L. — *t. l.*, tissu lymphoïde ; *t. a.*, tissu adipeux.

formés d'une substance homogène, mais qu'il y a là plutôt juxtaposition de deux substances, dont l'une serait de la substance adénoïde, l'autre plutôt du tissu graisseux, le passage entre les deux étant, bien entendu, insensible.

L'examen microscopique d'une coupe transversale de la masse décrite sous le numéro 3 atteste bien qu'il y a lieu de faire cette dis-

tinction. La portion périphérique est formée, en effet, surtout par du tissu graisseux, dans lequel on voit disséminés de petits îlots et des traînées de cellules lymphatiques ; la masse centrale, par contre, présente une nappe lymphoïde presque uniforme, à contours irréguliers, imprécis.

A mesure que l'on s'éloigne de la masse centrale, les traînées de tissu lymphoïde sont moins volumineuses, moins rapprochées (fig. IX), le tissu graisseux gagnant, par contre, du terrain. D'une manière générale, la coupe présente une grande analogie avec la moelle osseuse d'un Vertébré supérieur.

Le rapport que le tissu lymphoïde contracte avec les vaisseaux, irriguant la formation en question, n'est pas constant. Les vaisseaux du plus gros calibre s'entourent souvent d'une gaine plus ou moins épaisse de ce tissu ; mais souvent aussi on observe de larges traînées lymphoïdes qui ne paraissent pas être en rapport avec des voies sanguines.

L'étude histologique du tissu lymphoïde du crâne de l'Esturgeon a été faite sur un autre exemplaire de la même espèce, mesurant 85 centimètres. Chez cet animal, probablement à cause de l'âge moins avancé, le développement du tissu graisseux est moins accusé. Les éléments lymphoïdes y forment une large nappe continue, traversée par des vaisseaux et parsemée de cellules pigmentaires noires, ramifiées. Les leucocytes sont parfois disposés en séries linéaires, mais plus souvent ils sont répartis sans ordre apparent.

Par sa constitution, ce tissu se rapproche exactement de celui qui est interposé aux tubes urinifères. Ici encore, la majeure partie des leucocytes est représentée par des cellules à granulations, dont les réactions vis-à-vis des divers colorants sont aussi variées que dans le rein. A côté des cellules à granulations basophiles et de celles à granulations acidophiles, on observe des éléments renfermant à la fois des granulations des deux sortes (fig. 25) ; toutefois, le nombre de ces derniers est peut-être moins élevé ici que dans le tissu lymphoïde du rein.

Les granulations sont de taille variable, non seulement dans des cellules voisines, mais encore dans le même élément. Souvent, le corps cellulaire en est tellement bourré, qu'elles masquent complètement le noyau; celui-ci se distingue mieux dans les cellules à granulations acidophiles. La distribution des granulations dans le même corps cellulaire est parfois très particulière: ainsi, dans un leucocyte, à noyau rejeté un peu vers le côté, et à cytoplasma formant une bande homogène, légèrement acidophile, vers le milieu de la cellule, les granulations sont rejetées vers les deux côtés opposés de la cellule, très serrées d'un côté, très espacées de l'autre.

Ces indications s'appliquent surtout au matériel, fixé au Lindsay, et coloré par le rouge Magenta et le Benda, ou par la safranine-vert lumière. Dans les coupes, traitées au Zenker iodé ou à l'alcool, et colorées par l'éosine-orange, bleu de toluidine, toutes les granulations semblent présenter les mêmes affinités colorantes : on les voit, en effet, colorées tantôt par l'orange, tantôt par l'éosine.

En dehors des leucocytes granuleux, on trouve : 1) des lymphocytes, dont la faible bordure cytoplasmique a une affinité peu marquée pour les colorants acides ou basiques : 2) des mononucléaires, à noyau souvent central, arrondi, entouré d'un cytoplasma bien développé par rapport au noyau : et, enfin, 3) des cellules leucocytaires très variées au point de vue de l'aspect que revêt leur noyau, mais présentant toutes le même cytoplasme homogène, faiblement coloré, une forme le plus souvent polygonale et une taille peu élevée. Le noyau affecte des formes diverses : il est incurvé (fig. 25) ou fragmenté en plusieurs lobes, réunis par des filaments très fins; parfois, il émet des bourgeons, ou encore le corps cellulaire est occupé par 2-3 noyaux, en apparence distincts, dont le volume et les positions réciproques n'ont rien de précis. Les figures à 2 noyaux, intimement appliqués l'un contre l'autre, sont les plus fréquentes. Toutes ces formes ne sont probablement que les différents aspects évolutifs d'un élément unique.

L'examen du tissu, siégeant à la base du crâne, ne révèle presque

aucun caractère nouveau. C'est toujours (sur des coupes) la même nappe lymphoïde uniforme, plus pauvre peut-être en cellules pigmentaires que l'amas décrit précédemment. Dans les coupes, colorées à l'éosine-orange, bleu de toluidine, les granulations des éléments leucocytaires se teignent en orange; dans les préparations, traitées par le triacide, les granulations de certains éléments apparaissent en rouge, d'autres, plutôt en orange; cependant, il ne paraît pas exister de différences morphologiques appréciables entre ces deux sortes d'éléments.

Le noyau des lymphocytes est vésiculeux et présente un ou deux nucléoles acidophiles. Leur cytoplasma ainsi que celui des mononucléaires est plutôt basophile dans les coupes traitées par la méthode de Dominici. Dans les mêmes coupes, le cytoplasma des leucocytes à noyau lobé ou multiple est coloré en rouge par l'éosine, sans affinité spéciale toutefois.

La trame réticulée, dans les mailles de laquelle les leucocytes sont inclus, ne présente pas de caractères cellulaires marqués. Le plus souvent le réseau semble être formé par de fines fibrilles sans aucune structure cellulaire; souvent aussi, on y observe des noyaux allongés et aplatis, semblables à ceux de l'épithélium vasculaire, paraissant appliqués sur les fibres.

Le tissu lymphoïde renfermé dans le cartilage céphalique de l'Esturgeon me semble offrir un intérêt tout particulier, d'abord parce que c'est là une localisation peu commune, ensuite, parce qu'il serait possible de rapprocher cette formation de la moelle osseuse des Vertébrés supérieurs. Je n'ai pu aborder, faute de matériel, la question du rôle de la formation en question; toutefois, par analogie avec d'autres organes mieux connus, il est vraisemblable qu'il s'agit là d'une sorte de moelle cartilagineuse, à rôle hémo-leucopoïétique.

En terminant, je signalerai sommairement les recherches de Waldschmidt (**1887**), relatives à la présence du tissu lymphoïde dans le cerveau antérieur du *Polypterus bichir*. A ma connaissance, la présence du tissu lymphoïde dans le crâne est un fait peu commun.

et l'indication de Waldschmidt mérite à cet égard de retenir l'attention.

L'écorce du cerveau antérieur est entourée, chez ce Poisson, d'un tissu lymphoïde, adjacent aux enveloppes du cerveau, et indirectement à la capsule crânienne. Ce tissu, suspendu « vorhangartig » vers la ligne médiane du cerveau, descend jusqu'à la base du crâne : il appartiendrait au système sous-arachnoïdien, encore latent chez les Poissons.

L'auteur rapproche ce tissu lymphoïde du rein céphalique des Téléostéens et des organes lymphoïdes, décrits par Ayers chez les Dipnoïques. Il est évident que le tissu signalé par Waldschmidt chez le Polyptère constitue un nouvel exemple de formations lymphoïdes chez les Ichthyopsidés, formations qui, dans le cas présent, envahissent les centres cérébraux eux-mêmes.

TROISIÈME PARTIE

HISTO-PHYSIOLOGIE DU TISSU LYMPHOIDE DES ICHTHYOPSIDÉS

Après avoir étudié la structure histologique des différentes formations lymphoïdes des Ichthyopsidés, formations très variées, comme on l'a vu, au point de vue de leur répartition, de leur forme et de leur constitution, mais réalisant toutes, d'une manière générale, un type commun, il y avait lieu de se demander quel est le rôle fonctionnel que ces formations sont appelées à jouer dans l'économie. Une réponse à cette question me semble se dégager déjà de l'étude que j'ai faite ci-dessus : maintes fois, en effet, on peut constater, dans les dites formations, une prolifération cellulaire plus ou moins active, indiquant qu'elles sont des centres de formation pour les leucocytes.

Dès 1887, Ziegler, dont j'ai rappelé précédemment (p. 189) les recherches, relatives au développement embryologique du tissu lymphoïde du rein des Téléostéens, entrevoyait ce rôle : « Il est pro-

bable, dit-il, que le tissu lymphoïde du pronéphros est, chez l'animal adulte, le lieu d'origine de corpuscules sanguins (rouges et blancs?[1]) : il est possible également que, avant qu'un tissu lymphoïde véritable soit constitué, le tissu formatif (« Bildungsgewebe »), situé en cet endroit et qui lui donne naissance, envoie au tronc veineux (« Stammvene ») des corpuscules sanguins ; et puisque, d'autre part, le tronc veineux est le lieu d'origine des premiers corpuscules sanguins, il en résulterait que les corpuscules sanguins chez l'embryon prennent naissance à un endroit où siégerait cette fonction pendant toute la vie de l'animal[2]. »

L'hypothèse de Ziegler est intéressante, non seulement parce qu'elle permettrait de localiser un foyer d'activité fonctionnelle incessante, pendant tout le cours du développement individuel, mais aussi parce que le tissu lymphoïde du rein, en tant qu'organe générateur des éléments libres du sang, se rapprocherait des organes hématopoïétiques des Vertébrés supérieurs.

J'ignore si Ziegler, en écrivant les lignes précitées, avait connaissance du travail de Bizzozero et Torre (**1883**), publié quelques années avant le sien, où la même opinion est émise d'une manière positive et non pas à titre d'hypothèse. Bizzozero et Torre se sont, en effet, occupés de l'origine de corpuscules sanguins rouges dans les différentes classes de Vertébrés. Ils ont pu constater que, chez les Amphibiens anoures, la production de corpuscules sanguins rouges a lieu dans la moelle osseuse. Pour les Amphibiens urodèles, les auteurs croient qu'on ne pourrait pas attribuer une action hématopoïétique à leur moelle osseuse, parce que le peu de moelle qu'ils ont pu récolter dans leurs os consistait en tissu adipeux ; or, la moelle osseuse perdant toute son importance hématopoïétique, c'est la rate qui est chez eux le lieu principal de la production des corpuscules sanguins rouges. Enfin, chez les Poissons, où il ne peut être guère

[1] Le point d'interrogation est de Ziegler.

[2] Laguesse (**1890**) croit également que les veines cardinales et le tissu « d'aspect lymphoïde » qui se développe autour d'elles dans l'épaisseur du rein, sont une des sources de rajeunissement des globules sanguins, fonctionnant bien avant la rate.

question d'une fonction hématopoïétique de la moelle des os, les reins acquièrent à cet égard une réelle importance.

Le renouvellement du sang se faisant très lentement chez les Poissons, Bizzozero et Torre ont pratiqué des saignées répétées sur des animaux d'expérience (*Carussius auratus*, *Leuciscus alburnus*), afin d'activer la formation des corpuscules sanguins rouges. L'examen fait 8-10 jours après la dernière saignée démontre, en effet, la présence de nombreuses formes jeunes dans le sang, dans la rate et dans la portion lymphoïde du rein : « Dans cette dernière, se trouvaient des corpuscules sanguins rouges et des formes en voie de division en nombre beaucoup plus grand que dans le sang et à peu près aussi grand que dans la rate ». Je ferai remarquer toutefois que l'examen du rein a été fait « par dilacération de la partie lymphoïde des reins », et que dès lors on n'est guère fixé sur le point suivant : les formes jeunes des corpuscules sanguins rouges et les formes en voie de division, se trouvaient-elles entremêlées avec les éléments leucocytaires du tissu lymphoïde, ou venaient-elles plutôt du système hémolymphatique irrigant le rein. Autrement dit : est-ce dans le parenchyme lymphoïde du rein ou dans les voies sanguines de cet organe que les hématies se multiplient ? Quoi qu'il en soit, les auteurs ne parlent que de l'hémopoïèse dans le tissu lymphoïde du rein ; la question de la leucopoïèse n'attire pas leur attention.

En **1892**, cependant, dans son travail sur l'intestin de la larve du *Petromyzon Planeri*, Bizzozero émet l'opinion que la valvule spirale de l'Ammocète pourrait être considérée comme un lieu de production des leucocytes. Il constate, en effet, que les « trabécules » de cet organe sont infiltrées de leucocytes, parmi lesquels certains présentent différents stades de karyokinèse. Il en conclut que : « questo tessuto interlacunare della valvola spirale è un focolajo di produzione di leucociti » (p. 990).

Quelques années plus tard, Giglio-Tos (**1897**) fait de nouveau l'étude de la valvule spirale de l'Ammocète au point de vue de l'hématopoïèse, dont celle-ci serait le siège. D'après l'auteur, dans le

connectif qui entoure l'artère de la valvule, mais plus spécialement dans le tissu des trabécules, on distingue, entre autres, des cellules spéciales, très nombreuses, constituant dans leur ensemble une sorte de parenchyme, « parenchyme de la valvule spirale, » formé de : 1) cellules mères du parenchyme ; 2) cellules génératrices des éléments du sang ou hémocytogènes ; 3) érythroblastes et leucoblastes, dérivés de ces dernières. Les différences, cependant, que l'auteur signale entre ces trois catégories cellulaires d'une part, et les érythroblastes et leucoblastes de l'autre, sont si peu marquées, qu'il n'est que trop facile de confondre les nombreux stades décrits par GIGLIO-TOS. Le seul point important à retenir c'est que les érythroblastes se multiplient dans la valvule spirale par mitose et tombent dans le courant circulatoire. C'est dans le plasma sanguin seulement que les érythroblastes se chargeraient d'hémoglobine. En résumé, pour GIGLIO-TOS, la valvule spirale de l'Ammocète est un organe d'élaboration des leucocytes et des hématies.

L'étude de l'hémopoïèse chez l'Ammocète est reprise en 1898 par ASCOLI : l'abondance des mitoses dans le tissu lymphoïde du rein de cet animal conduit l'auteur à attribuer à celui-ci un rôle analogue à celui de la valvule.

Ainsi, différentes localisations lymphoïdes des Ichthyopsidés (rein des Poissons, valvule spirale de l'Ammocète) ont été considérées, par les quelques auteurs qui s'étaient occupés de la question, comme des centres générateurs tantôt d'éléments blancs, tantôt d'éléments rouges, tantôt de ces deux à la fois. L'argument dont ils se servaient à l'appui de leur thèse était que dans les organes en question on trouve fréquemment des figures mitotiques dans les éléments en question. C'est là, en effet, le critérium le plus important que nous possédions sur le rôle hématopoïétique de différents organes.

En étudiant la structure histologique de diverses localisations lymphoïdes chez les Ichthyopsidés, j'ai eu maintes fois l'occasion de signaler des karyokinèses dans les éléments leucocytaires. Tous les organes que j'ai passé en revue en présentent, leur abondance seule

varie, ce qui tient, vraisemblablement, aux conditions plus ou moins favorables dans lesquelles l'animal donné a été sacrifié.

Pour mieux mettre en évidence le rôle effectif que les organes lymphoïdes des Ichthyopsidés jouent dans l'organisme, j'ai essayé d'augmenter expérimentalement leur activité fonctionnelle. Quelques saignées, faites par incision des branchies chez l'Anguille, provoquent déjà des karyokinèses plus nombreuses dans les leucocytes du rein de cet animal. Mais ce procédé étant trop brutal, j'ai eu recours au moyen utilisé par Jolly (**1904**), dans son étude sur les karyokinèses des globules rouges. A des Tritons, exténués par un jeûne prolongé, cet auteur fournissait une nourriture abondante : une douzaine de jours après le premier repas, le sang renferme de nombreuses hématies en voie de division mitotique.

Or, le tissu lymphoïde du rein de *Proteus anguineus* Laur., soumis à un régime analogue, montre une prolifération cellulaire très active : non seulement les éléments du tissu lymphoïde, mais encore les cellules épithéliales des tubes glandulaires elles-mêmes sont en voie de karyokinèse. Lymphocytes, leucocytes mononucléaires, leucocytes à granulations acidophiles (p. 224), présentent des mitoses extrêmement abondantes.

Ainsi, une alimentation abondante, faisant suite à un jeûne prolongé, entraîne une hyperactivité de l'organe leucopoïétique, renfermé dans le rein du Protée, organe diffus, il est vrai, mais à structure et à rôle fonctionnel des plus caractéristiques.

Le rôle leucopoïétique (et hématopoïétique ?) des différentes formations lymphoïdes chez les Ichthyopsidés étant établi, une autre question se posait : est-il possible de mettre en évidence des corrélations fonctionnelles entre diverses localisations lymphoïdes et des organes considérés comme foyers classiques de l'hémopoïèse, tels que la rate, corrélations analogues à celles que l'on a signalées entre la rate et d'autres organes hématopoïétiques des Vertébrés supérieurs ? La question était d'autant plus intéressante que chez les Poissons la moelle osseuse fait presque complètement, sinon complètement

défaut, et que dès lors, la corrélation entre la rate et les localisations lymphoïdes, si elle existait, devait se présenter avec un déterminisme tout à fait particulier. La question était intéressante à un autre point de vue encore : nous avons vu que, pour Ziegler (**1887**), le tissu lymphoïde des Poissons serait le lieu d'origine des *premiers* globules sanguins ; pour Laguesse (**1890**), il serait une source de rajeunissement des globules sanguins fonctionnant bien *avant* la rate. *A priori* déjà on pouvait supposer qu'un rapport étroit doit exister entre la rate et le tissu lymphoïde du rein.

C'est précisément pour élucider cette question qu'en collaboration avec M. Aug. Pettit j'ai effectué une série d'expériences, ayant pour but de rechercher les modifications dont ces formations sont le siège consécutivement à la splénectomie (**1904** *c*).

Pour des raisons de commodité expérimentale nous avons choisi l'Anguille (*Anguilla anguilla* L.) et la Roussette (*Scyllium canicula* L.). Nous avons enlevé la rate sur plusieurs exemplaires de ces deux espèces de Poissons ; l'opération sur les Anguilles n'est pas très commode, car l'animal se débat violemment ; toutefois, en l'entourant d'un linge sec, on parvient à l'immobiliser suffisamment. Pour les Sélaciens, nous nous sommes servis d'un contentif spécial, imaginé par M. Pettit (**1904** *a*).

L'opération se fait sans emploi d'antiseptiques [1], mais avec des précautions d'asepsie rigoureuse. Chez l'Anguille, après avoir repéré la position de la rate, on incise la paroi abdominale sur un espace aussi court que possible, on récline l'intestin, on lie au catgut le pédicule splénique et on extirpe la rate sans perte de sang sensible. On peut encore écarter les deux anses intestinales, accolées à ce niveau, de manière à mettre à nu la rate, qu'on enlève de cette façon peut-être avec plus de facilité. La plaie suturée, l'animal est replacé dans l'aquarium, où il se rétablit assez vite. L'opération dure en moyenne 7-8 minutes.

[1] Les Poissons présentent une susceptibilité extrême vis-à-vis des substances antiseptiques.

La splénectomie est d'une exécution plus simple chez les Roussettes : mais, par contre, la survie est plus difficile à obtenir.

Les animaux ont été sacrifiés en état de bonne santé apparente du quatrième au treizième jour et leurs tissus étudiés au point de vue histologique comparativement avec des témoins. Les résultats les plus significatifs ont été obtenus chez des animaux, sacrifiés du dixième au treizième jour après l'opération.

Consécutivement à la splénectomie, dans le cas d'une survie suffisamment prolongée, on constate une prolifération réactionnelle du tissu lymphoïde du rein chez l'Anguille, de l'organe lymphoïde œsophagien chez le *Scyllium*, prolifération qui se manifeste surtout par une poussée karyokinétique intense. Le rein de l'Anguille renferme de nombreux éléments leucocytaires, irrégulièrement disséminés, à différents stades de la division mitotique. Dans l'organe lymphoïde de l'œsophage du *Scyllium*, les figures karyokinétiques sont non moins nombreuses (fig. 16). A côté des leucocytes à cytoplasma homogène, on remarque surtout des cellules à granulations neutrophiles et acidophiles en voie de division indirecte.

Ce dernier point est à rapprocher de ce que j'ai constaté plus haut sur le rein du Protée (p. 222) et sur le testicule de la Raie (p. 302). Comme on l'a vu, une formation, non seulement de lymphocytes, mais aussi de leucocytes à granulations, se poursuit activement dans ces deux organes, qui seraient ainsi, avec l'organe lymphoïde de l'œsophage, à envisager comme des centres régénérateurs pour les éléments de la « série lymphogène » et de la « série myélogène » à la fois.

En outre de l'augmentation très sensible du nombre des karyokinèses des leucocytes, on remarque encore d'autres modifications consécutives à la splénectomie.

A l'état normal (p. 207), les mononucléaires du tissu lymphoïde de l'Anguille ont leur cytoplasma tantôt basophile, tantôt acidophile, de sorte que sur les coupes, fixées au liquide de Zenker iodé et colorées à l'éosine-orange, bleu de toluidine, le cytoplasma de certains de

ces éléments est bleu, celui des autres étant plutôt rouge. Sur les préparations du rein d'animaux splénectomisés, traitées suivant la même technique, on constate, en outre, des mononucléaires qui se colorent, non plus par l'éosine, mais par l'orange, avec plus ou moins d'intensité, comme si le cytoplasma de ces éléments s'imprégnait d'une substance dont les réactions vis-à-vis de l'orange présentent les plus grandes analogies avec celles de l'hémoglobine. Cette variation des affinités chromatiques coïncide avec une modification du cytoplasma et du noyau, qui finissent par revêtir les apparences que ceux-ci affectent dans les hématies. Par une série de stades intermédiaires, on passe ainsi d'un mononucléaire à une hématie typique, et à un certain moment même, il est difficile de savoir si on a sous les yeux un mononucléaire ou déjà une hématie. Dans l'organe lymphoïde de l'œsophage de la Roussette, le phénomène est non moins manifeste.[1]

Je n'insisterai pas davantage sur cette question, une des plus controversées de l'histologie ; je remarquerai seulement que la plupart des auteurs s'accordent pour admettre que l'hématie dérive d'une cellule incolore : d'un leucocyte, d'après les uns, d'un ancêtre commun aux leucocytes et hématies, d'après les autres. Pour Pappenheim (1898), les cellules, qui se chargeront ultérieurement d'hémoglobine, sont primitivement incolores, arrondies, « von lymphoïden Charakter », dérivées du tissu adénoïde, cytogène ou réticulé. Mais dès qu'on veut préciser un peu plus la nature des cellules-mères des hématies (noyaux d'origine ? thrombocytes ? érythroblastes ?...) on se heurte à des grandes difficultés, qui tiennent toutes à ce qu'un stade précurseur, une sorte de chromogène de l'hémoglobine, n'a pu encore être établi d'une manière définitive. La question

[1] L'ablation de la rate chez les Anguilles et les *Scyllium* est suivie de l'apparition, dans le torrent circulatoire, de « cellules fusiformes », en proportion notablement supérieure à celle constatée chez les mêmes animaux avant la splénectomie ou chez les témoins (Pettit 1904 *b*). L'augmentation de nombre des cellules fusiformes semble être en rapport avec l'intensité de la régénération sanguine, et leur présence, en quantité notable, dans le sang circulant, coïncide avec une prolifération du tissu lymphoïde.

est même si compliquée que certains auteurs prétendent que ce sont les globules rouges qui engendrent les leucocytes. Pour ENGEL (1893), en effet, des globules rouges nucléés donnent naissance d'une part aux globules rouges anucléés, et de l'autre, aux leucocytes.

Il est certain que tant qu'on ne possèdera pas un moyen permettant de déceler des traces d'hémoglobine dans un corps cellulaire, le problème de la genèse des globules rouges demeurera dans le domaine des hypothèses, l'établissement des stades intermédiaires, des séries génétiques dépendant toujours, plus ou moins, de l'idée préconçue de l'auteur.

Je n'affirme donc pas d'une manière positive que, chez les Anguilles et chez les Roussettes splénectomisées, le tissu lymphoïde du rein ou de l'œsophage devienne un foyer de genèse des hématies (en outre des leucocytes) et que celles-ci se formeraient par suite d'une évolution particulière des mononucléaires. J'ai simplement essayé d'établir une série de différents stades intermédiaires entre un mononucléaire et une hématie ; le tissu en question serait alors à considérer comme pouvant, dans certaines circonstances, par une genèse des hématies aux dépens de ses éléments propres, venir se substituer à la rate dans sa fonction hématopoïétique. Et puisque d'autre part, comme on l'a vu, il existe une parenté étroite entre les différentes espèces leucocytaires, les éléments du système hémolymphatique nous apparaîtraient comme formant un cycle complet, une chaîne ininterrompue, dont les chaînons isolés ne seraient que différents stades évolutifs et fonctionnels d'un élément primordial unique.

Je désire signaler, en terminant, une particularité que j'ai eu occasion de constater au cours de mes expériences sur les Roussettes. Comme je l'indique plus haut, il faut attendre au moins dix jours, pour qu'une hyperplasie tissulaire consécutive à la splénectomie puisse s'établir. Si les animaux succombent dans les jours qui suivent immédiatement l'opération, on peut constater chez certains une dégénérescence manifeste de l'organe œsophagien : en particulier,

la plupart des noyaux ont subi une dégénérescence pyknotique[1].

J'ai constaté des phénomènes très comparables chez une Salamandre terrestre, splénectomisée après un jeûne prolongé. Quatre jours et demi après l'opération, l'animal, manifestement affaibli, fut sacrifié et l'examen du foie établit que la couche lymphoïde corticale présentait des signes manifestes de nécrose et de pyknose, tandis que le parenchyme hépatique était demeuré sensiblement normal : d'autre part, le tissu lymphoïde intercanaliculaire du rein présentait des modifications de même nature.

En se basant sur la structure des formations lymphoïdes précédemment étudiées, il était facile de prévoir que ces dernières devaient être le siège des phénomènes de phagocytose : c'est ce qui a lieu effectivement, ainsi qu'on peut s'en assurer en maintes circonstances, et les fig. 10 et 11 représentent précisément leurs éléments en train de digérer des débris cellulaires : l'un (fig. 11) appartient au tissu lymphoïde du rein de l'Anguille ; l'autre (fig. 10) est emprunté au tissu lymphoïde du rein du Protée.

Une expérience très simple permet, d'ailleurs, de se convaincre de la réalité de cette propriété : si on fait des injections stérilisées sous-cutanées de carmin broyé dans l'eau à des *Cobitis fossilis* L., les leucocytes du tissu intertubulaire du rein se chargent de cette substance. L'injection de l'encre de Chine donne les mêmes résultats, mais ce procédé est moins à recommander, car les grains d'encre de Chine peuvent se confondre avec les granulations noires des cellules pigmentaires, et il n'est pas toujours facile de les distinguer les unes des autres.

J'ai essayé encore de provoquer chez les Loches, par des injections répétées de Lugol[2], une apparition de leucocytes éosinophiles dans le

[1] Dans le sang circulant des *Scyllium* en question, PETIT (**1904** *c*) signale une proportion extrêmement considérable d'hematies à noyaux pyknotiques.

[2] D'après LABBÉ et LORTAT JACOB (**1903**), les solutions iodo-iodurées déterminent une véritable éosinophilie ganglionnaire et splénique (Cobaye, Lapin, Chien) ; contrairement à l'action exercée par les microbes et les toxines, il n'y aurait pas de lésions nécrotiques.

rein, mais je n'ai obtenu qu'une nécrose avancée du tissu lymphoïde intercanaliculaire.

RÉSUMÉ ET CONCLUSIONS

Chez les Ichthyopsidés, comme chez les Vertébrés supérieurs, le tissu adénoïde est constitué par une charpente réticulée qui renferme dans ses mailles des leucocytes. J'ai étudié, avec les procédés de la technique moderne, aussi bien la charpente que les éléments qu'elle contient (et les résultats que j'ai obtenus sont consignés dans la première partie de ce travail).

J'ai constaté que le reticulum a souvent un caractère cellulaire extrêmement net, et j'ai retrouvé dans ses mailles toutes les espèces de globules blancs que l'on connaît chez les Vertébrés supérieurs ; certains même se sont présentés avec des caractères qui sont en opposition avec les notions classiques sur le leucocyte.

J'ai pu, en effet, trouver toute une série de formes de passage entre les lymphocytes et les mononucléaires, que l'on considère généralement comme des types tout à fait indépendants : et j'ai montré que les prétendus caractères différentiels de ces éléments (taille, développement du cytoplasma, présence ou absence de nucléoles, chromophilie) n'offrent aucune fixité. D'autre part, j'ai pu mettre en évidence certains faits qui sont en désaccord absolu avec la théorie de la spécificité des leucocytes granulés : telle la coexistence des granulations acidophiles et basophiles dans le même corps cellulaire, telle encore la présence, dans de nombreux leucocytes, de granulations[1] qui, suivant les procédés de la fixation et de la coloration, ou bien fixent avec électivité les colorants acides, ou bien prennent avec une intensité non moins grande les colorants basiques.

J'arrive à la conclusion que la classification des leucocytes basée sur leur origine ou sur les réactions colorantes de leurs granulations ne peut être admise que sous les plus expresses réserves. Une pareille

[1] Les granulations en question ne peuvent pas être considérées comme des amphophiles (p. 166).

classification est peut être valable dans le cas des Vertébrés supérieurs, mais elle ne peut plus guère être admise lorsque l'on fait l'étude des globules blancs sur une échelle plus vaste. Il faut, d'ailleurs, remarquer que chez les Ichthyopsidés dépourvus de moelle osseuse, les mêmes organes engendrent indifféremment et simultanément les éléments de la « série lymphogène » et ceux de la « série myélogène » et que par conséquent, dans ce cas, une classification basée sur l'origine n'est guère soutenable. — Tous les leucocytes auraient la même origine et seraient des éléments essentiellement variables ; aussi, avant de les classer, il est indispensable de se pénétrer de la notion de leur variabilité extrême.

Chez les Ichthyopsidés, le tissu adénoïde se trouve réparti dans toute une série d'organes : le rein, les parois du tube digestif, le foie, le pancréas, le cœur, les glandes génitales, la capsule crânienne... et précisément dans les sept chapitres de la deuxième partie j'étudie le développement et les dispositions des plus variables que ce tissu affecte à la surface ou à l'intérieur de ces divers organes. Le tissu adénoïde forme soit des amas diffus, soit des organes différenciés, à contours précis, comparables dans une certaine mesure aux follicules et même aux ganglions lymphatiques des Vertébrés supérieurs ; je donne une description histologique détaillée de toutes ces formations, dont la plupart avaient été à peine étudiées à ce point de vue.

1° Le rein, du moins chez les Poissons et les Urodèles, est l'organe qui renferme la proportion la plus considérable de tissu lymphoïde. Celui-ci forme, ou bien des traînées entre les canalicules urinifères, ou bien une capsule plus ou moins épaisse à la périphérie de l'organe. — Le tissu interrénal des Ichthyopsidés peut être envisagé comme un organe lymphoïde diffus.

2° Dans le tube digestif, où son abondance est très variable (simples traces chez les Amphibiens, proportion considérable chez les Sélaciens, les Ganoïdes, les Dipnoïques...) le tissu adénoïde offre, au

contraire, des localisations remarquables, tel le volumineux organe lymphoïde de l'œsophage des Sélaciens, telle la valvule spirale des Cyclostomes, des Sélaciens, des Ganoïdes et des Dipneustes : celle-ci renferme des proportions très notables d'un tissu lymphoïde qui souvent s'agglomère en véritables nodules, rappelant assez exactement les follicules clos et les plaques de Peyer des Vertébrés supérieurs. Dans la paroi intestinale elle-même, le tissu lymphoïde se présente également sous l'aspect de nodules, mais le plus souvent il n'est représenté que par une infiltration leucocytaire plus ou moins abondante.

3º Dans le foie de certains Ichthyopsidés, le tissu lymphoïde acquiert un développement considérable, sans toutefois offrir une individualisation plus accusée. Chez les Sélaciens et les Ganoïdes des masses de ce tissu sont interposées dans l'épaisseur du parenchyme hépatique; chez les Urodèles, il est localisé soit à la périphérie, soit à l'intérieur de l'organe; chez les Téléostéens, il est réduit à des traces insignifiantes.

4º Des amas diffus de tissu lymphoïde s'interposent aux acini pancréatiques ; parfois ils s'associent aux traînées pancréatiques, enfouies dans l'épaisseur du foie.

5º A la périphérie du cœur des Ganoïdes se trouve un organe lymphoïde hautement différencié. L'analogie entre cet organe et les ganglions lymphatiques des Vertébrés supérieurs est des plus frappante.

6º Des localisations lymphoïdes, parfois considérables, s'observent à la périphérie ou dans l'intimité même des glandes génitales de certains Ichthyopsidés (Sélaciens, Dipnoïques).

7º Dans la capsule crânienne et dans le cerveau de certains Ganoïdes, le tissu lymphoïde affecte une disposition très particulière. Le cartilage céphalique de l'Esturgeon est le siège de localisations lymphoïdes rappelant beaucoup la moelle osseuse des Vertébrés supérieurs.

L'étude que j'ai faite des différents organes qui contiennent du

tissu lymphoïde offre un intérêt, non seulement au point de vue des localisations plus ou moins individualisées que ce tissu y présente, mais encore au point de vue des divers aspects caractéristiques qu'il y affecte. Dans un animal donné le tissu lymphoïde de chaque organe a, pour ainsi dire, un « facies », une physionomie spéciale. Chez l'Esturgeon, le tissu lymphoïde du rein et celui du cœur présentent des caractères distinctifs très nets : non seulement l'architecture générale, mais aussi la constitution cellulaire (prédominance de tels ou tels autres types leucocytaires) offrent des dissemblances profondes. Il en est de même pour le tissu lymphoïde de l'organe œsophagien et pour celui de la valvule spirale des Sélaciens. Dans d'autres cas, cependant, certaines formations, chez une même espèce, offrent de grandes ressemblances : tels le tissu lymphoïde de l'œsophage et celui du testicule chez la *Raja clavata* L.

J'ai établi que les différentes localisations lymphoïdes des Ichthyopsidés sont à envisager comme autant de centres hématopoïétiques. J'ai pu provoquer leur exagération fonctionnelle en plaçant les animaux observés dans des conditions expérimentales favorables (saignées répétées, nourriture abondante après un jeûne prolongé...). L'examen microscopique m'a révélé alors de nombreuses figures karyokinétiques, aussi bien dans les lymphocytes que dans les leucocytes à granulations, et c'est de ceci que j'ai conclu que la formation des globules blancs, qui, chez les Vertébrés supérieurs, suivant l'opinion classique, est répartie entre les ganglions lymphatiques (qui donnent naissance aux éléments lymphogènes) et la moelle osseuse (lieu d'origine des éléments granulés), s'exerce chez les Ichthyopsidés dans le même organe.

D'autre part, j'ai pu constater des proliférations réactionnelles du tissu lymphoïde à la suite de l'ablation de la rate. Dans tous les cas de splénectomie suivis d'une survie suffisamment prolongée, soit le tissu lymphoïde du rein (Anguille), soit l'organe œsophagien (Roussette), ont été le siège de processus variés, dont le plus frappant

consistait dans l'augmentation très sensible du nombre des karyokinèses des éléments lymphoïdes. Le fait de cette hyperplasie compensatrice est une preuve manifeste des corrélations fonctionnelles qui, chez les Ichthyopsidés, unissent la rate et certaines localisations lymphoïdes.

5 avril 1905.

INDEX BIBLIOGRAPHIQUE[1]

1902. Almkvist (J.). Ueber die Emigrationsfähigkeit der Lymphocyten. (*Arch. f. pathol. Anat. u. Physiol.*, Bd. CLXIX, p. 17).

1903. Angel (P.) et M. Bouin. Sur le corps adipeux chez *Bufo vulgaris* (*C. R. de l'Associat. des Anatomistes, Liège*. p. 86).

1899. Arnold (J.). Der Farbenwechsel der Zellgranula, insbesondere der Acidophilen (*Centralbl. f. allg. Pathol. u. pathol. Anat.*, Bd. X, p. 841).

1900*a*. Arnold (J.). Sidorefere Zellen und die Granulalehre (*Anat. Anzeig.*, Bd. XVII, p. 346).

1900*b*. Arnold (J.). Ueber Granulafärbung lebender und überlebender Gewebe (*Arch. f. pathol. Anat. u. Physiol.*, Bd. CLIX, p. 101).

1899. Arnold (J.). Ueber Granulafärbung lebender und überlebender Leukocyten (*Arch. f. Anat., u. Phys* , Bd. CLVII, p. 424).

1903. Arnold (J.). Weitere Mitteilungen über vitale und supravitale Granulafärbung (*Anat. Anzeig.*, Bd. XXIV, p. 1).

1895. Arnold (J.). Zur Morphologie und Biologie der Zellen des Knochenmarkes (*Arch. f. pathol. Anat. u. Physiol.*, Bd. CXL, p. 411).

1898. Ascoli (M.). Ueber die Blutbildung bei der Pricke. (*Arch. f. mikr. Anat. u. Entwick.*, Bd. LIII, p. 623).

1903. Asher (L.) et A. Erdely. Ueber die Beziehung zwischen Bau und Function des lymphatischen Apparates des Darmes. (*Centralbl. für Physiol.*, Bd. XVI, p. 705).

1902*a*. Audibert (V.). De l'essaimage des granulations éosinophiles. (*C. R. Soc. Biol.*, T. LIV, p. 1324).

1902*b*. Audibert (V.). Rôle du leucocyte éosinophile dans l'économie (*C. R. Soc. Biol.*, T. LIV, p. 1502).

1885. Ayers (H.). Beiträge zur Anatomie und Physiologie der Dipnoer. (*Jenaische Zeitschr. f. Natur.*, Bd. XVIII, p. 479).

[1] Les astérisques indiquent les ouvrages non consultés dans le texte original.

1819. Baer (von). 2ter *Bericht von der anatomischer Anstalt zu Königsberg.*
1882. Balfour. On the Nature of the Organ in adult Teleostans and Ganoids, which is usually regarded as the Head-Kidney or Pronephros. (*Quart. Journ. Microsc. Sc.*, Vol. XXII, p. 12).
1891. Bannwarth. Untersuchungen über die Milz. (*Arch. f. mikrosc. Anat.*, Bd. XXXVIII, p. 345).
1885. Baumgarten (P.). Experimentelle und pathologisch anatomische Untersuchungen über Tuberkulin. (*Zeitschrift f. klin. Medicin*, Bd. IX, p. 93 et 245).
1891. Bergonzini (C.). Ueber das Vorkommen von granulierten basophilen und acidophilen Zellen im Bindegewebe und über die Art sie sichtbar zu machen. (*Anat. Anz.*, Bd. VI, p. 595).
1898. Bettman. Ueber das Verhalten der eosinophilen Zellen in Hautblasen (*Münch. med. Wochenschrift*, p. 1229).
1898. Bezançon (Fr.) et M. Labbé. Etude sur le mode de réaction et le rôle des ganglions lymphatiques dans les infections expérimentales. (*Arch. de médec. expérim. et d'Anat. pathol.*, T. X, p. 318 et 389).
1857. Billroth (T.). Beiträge zur vergleichenden Histologie der Milz. (*Arch. f. Anat. u. Physiol.*, Bd. XXIV, p. 88).
1876. Bizzozero. Beiträge zur Kenntnis des Baues der Lymphdrüsen. (*Moleschotts Untersuchungen zur Naturlehre*, Bd. XI).
1892. Bizzozero. Intestino della larva del Petromyzon Planeri. (Nota V *Atti. R. Acad. Scienze Torino*, T. XXVII, p. 988).
1893. Bizzozero et Torre. De l'origine des corpuscules sanguins rouges dans les différentes classes des Vertébrés. (*Arch. italiennes de Biologie*, T. IV, fas. III, tir. à part).
1904. Blumenthal (R.). Etude expérimentale des modifications fonctionnelles des organes hématopoïétiques. (Relazione sul VI Congresso internationale dei Fisiologi. *Archivio di Fisiologia*, Vol. II, p. 133).
1898. Bogdanoff (N.). Ueber das Vorkommen und Bedeutung der eosinophilen Granulationen. (*Biol. Centralblatt*, Bd. XVIII, p. 26).
1904. Borcéa (J.). Sur le développement du rein et de la glande de Leydig chez les Elasmobranches. (*C. R. Acad. Scien.*, p. 717).
1878. Brock (J.). Beiträge zur Anatomie und Histologie der Geschlechtsorgane der Knochenfische (*Morphol. Jahrbuch*, Bd. IV, p. 505).
1854. Brücke (E.). Ueber die Chylusgefässe und die Resorption des Chylus (*Denkschr. d. kaiser. Akad. d. Wissensch.*, Bd. VI, p. 99).

1892. De Bruyne (C.). Contribution à l'étude de l'union intime des fibres musculaires lisses (*Arch. de Biol.*, T. XII, p. 345).

1883*. Cajetan (J.). Ein Beitrag zur Lehre von der Anatomie und Physiologie des Tractus intestinalis der Fische (*Inaug. Dissert.*, *Bonn*).

1840. Chiaje (St.). Anatom. disamine sulle Torpedini (*Atti del Real istituto d'Incorraggiamento alle Scienze naturali di Napoli*, T. VI, p. 275).

1881. Chiewitz (J.). Zur Anatomie einiger Lymphdrüsen im erwachsenen und fötalen Zustande (*Arch. f. Anat. u. Physiol.*, Anat. Ab., p. 347).

1901. Cœnen. Die Aleuronat pleuritis des Kaninchens (*Arch. f. path. Anat. u. Phys.*, Bd. CLXIII, p. 84).

1889. Cuénot (L.). Études sur le sang et les glandes lymphatiques dans la série animale. (*Arch. de Zool. exp.*, 2e série, T. VII, p. 1).

1893. Czermack (N.). Einige Ergebnisse über die Entwickelung, Zusammensetzung und Funktion der Lymphknötchen der Darmwand. (*Arch. f. mikr. Anat.*, Bd. XLII, p. 581).

1887. Davidoff (M.). Untersuchungen über die Beziehungen des Darmepithels zum lymphoiden Gewebe. (Sept. Abh. aus dem *Arch. f. mikr. Anat.*, Bd. XXIX, p. 495).

1902. Delamare (G.). Recherches sur les cellules granuleuses et les hématies du ganglion lymphatique (*Jour. de l'Anat. et de la Phys.*, An. XXXVIII, p. 549).

1891. Dekhuyzen (M.-C.). Ueber Mitosen in frei im Bindegewebe gelegenen Leukocyten (*Anat. Anz.*, Bd. VI, p. 220).

1888-9. Demarbaix (H.). Division et dégénérescence des cellules géantes de la moelle des os. (*La cellule*. T. V, p. 27).

1895. Demoor (L.). Recherches sur la structure du tissu réticulé (*Arch. de Biol.*, T. XIII, p 1).

1897. Disse (J.). Das retikuläre Bindegewebe. (*Ergebnisse der Anat. u. Entwicklungsg.*, T. VII, p. 9).

1902*a*. Dominici (H.). Le ganglion lymphatique (*Monographies cliniques sur les quest. nouv. en Médec. en Chir. en Biol.*, N. 30).

1902*b*. Dominici (H.). Sur une méthode de technique histologique appropriée à l'étude du système hématopoïétique (*C. R. Soc. Biol.*, T. XXXIX, p. 221).

1903*a*. Drzewina (A.). Sur les Mastzellen du ganglion lymphatique du *Didelphys lanigera* Desmaret (*Bull. du Mus. d'Hist. natur.*, p. 261).

1903*b*. Drzewina (A.). Sur le tissu lymphoïde du rein du *Proteus anguineus* Laur. (*C. R. Soc. Biol.*, T. XL, p. 1091).

1904*a*. Drzewina (A.) Sur l'organe lymphoïde de l'œsophage des Sélaciens (*C. R. Soc. Biol.*, T. XLI, p. 637).

1904b. Drzewina (A.). Sur la non-spécificité des cellules granuleuses du rein de *l'Acipenser sturio* L. (*C. R. Soc. Biol.*, T. XLI, p. 957).

1904c. Drzewina (A.) et A. Pettit. Sur des hyperplasies tissulaires consécutives à l'ablation de la rate chez les Ichthyopsidés (*C. R. Soc. Biol.*, T. XLII, p. 628).

1867. Eberth (C. J.). Untersuchungen über die Leber der Wirbelthiere (*Arch. f. mikr. Anat.*, Bd. III, p. 423).

1877. Edinger (L.). Ueber die Schleimhaut des Fischdarmes, nebst Bemerkungen zur Phylogenese der Drüsen des Darmrohres (*Arch. f. mikr. Anat.*, Bd. XIII, p. 651).

1904. Ehrlich (L.). Der Ursprung der Plasmazellen (*Arch. f. path. Anat. u. Phys.*, Bd. CLXXV, p. 98).

1879. Ehrlich (P.). Beitrage zur Kenntnis der granulierten Bindegewebeszellen und der eosinophilen Leucocyten (*Arch. f. Anat. u. Phys.*, Phys. Abth. p. 166).

1878. Ehrlich (P.). Ueber die specifischen Granulationen des Blutes (*Verh. der phys. Gessells., Berlin*).

1898. Ehrlich (P.) und Lazarus. Die Anämie. (*Wien*).

1882. Emery (C.) Etudes sur le développement et la morphologie du rein des Poissons osseux (*Arch. ital. de Biol.*, T. II, p. 135).

1893. Engel (S.). Zur Entstehung der körperlichen Elemente des Blutes (*Arch. f. mikr. Anat.*, Bd. XLII, p. 217).

1901. Fischel (A.). Untersuchungen über vitale Färbung (*Anat. Hefte*, Bd. XVI, p. 417).

1885. Flemming (W.). Studien über Regeneration der Gewebe. Die Zellvermehrung in den Lymphdrüsen und verwandten Organen und ihr Einfluss auf deren Bau (*Arch. f. mikr. Anat.*, Bd XXIV, p. 50).

1902. Fleury (S.). Recherches sur la structure des ganglions lymphatiques de l'Oie (*Arch. d'Anat. microsc.*, T. V, p. 38).

1894. Galeotti (G.). Richerche sulla colorabilita delle cellule viventi (*Zeitschr. f. wissensch. Mikrosk.*, Bd. XI, p. 172).

1897. Giglio-Tos (E.). L'ematopoesi nella Lampreda (*Archiv. ital. de Biologie*, T. XXXVII, p. 459).

1891. Göppert (E.). Kernteilung durch indirekte Fragmentierung in der lymphatischen Randschicht der Salamandrinleber (*Arch. f. mikr. Anat.*, Bd. XXXVII, p. 375).

1887. Gruenhagen (A.). Ueber Fettresorption und Darmepithel (*Arch. f. mikrosk. Anat.*, Bd. XXIX, p. 139).

1901. Grünberg (C.). Beiträge zur vergleichenden Morphologie der Leukocyten (*Arch. f. pathol. Anat. u. Physiol.*, Bd. CLXIII, p. 303).

1899. Grünwald (L.). Studien über die Zellen im Auswurf und in entzündlichen Ausscheidungen des Menschen (*Arch. f. pathol. Anat. u. Physiol.*, Bd. CLVIII, p. 297).

1904. GRYNFELTT (E.). Notes histologiques sur la capsule surrénale des Amphibiens (*Jour. de l'Anat. et de la Phys.* XL[e] année, p. 180).

1900. GUITEL (F.). Sur le rein du *Lepadogaster Goüanii* (*C. R. Ac. Scien.*, T. CXXX, p. 1773).

1891. GULLAND (L.). The development of adenoid tissue with special reference to the tonsils and thymus (*Reports of the laboratory of the royal College of Physicians*, Bd. III, Edinburg).

1894. GULLAND (L.). The development of lymphatic glands. (*Journ. of Pathol. a. Bacter.*, Vol. II, p. 447).

1898. GULLAND (L.). The minute Structure of the digestive Tract of the Salmon and the Change which occur in it in fresh water (*Anat. Anz.*, T. XV, p. 441).

1871. GÜNTHER (A.). Description of Ceratodus (*Phil. Transact. Roy. Soc.*, Vol. CLXI, p. 511).

1897. HAUS (G.). Beiträge zur Anatomie und Histologie des Darmkanals bei Annarhicas lupus (*Internat. Monatsch. f. Anat. u. Phys.*, Bd. XIV, p. 42).

1892. HEIDENHAIN (M.). Ueber Kern und Protoplasma (*Festschrift für A. Kölliker*, p. 111).

1903. HELBING (H.). Ueber den Darm einiger Selachier (*Anat. Anz.*, Bd. XXII, p. 400).

1904. HELLY (K.). Experimentale Untersuchungen über weisse Blutkörperchen und Exsudatzellen (*Wiener klin. Wocheusch.*, Bd. XXVII, p. 63).

1859. HENLE. Zur Anatomie der geschlossenen Drüsen oder Follikel und der Lymphdrüsen (*Zeitsch. f. ration. Medicin.* III Reihe, Bd. VII, p. 201).

1873. HERTWIG (R.). Die lymphatischen Drüsen auf der Oberfläche des Stöhrherzens (*Archiv f. mikr. Anat.*, Bd. IX., p. 62).

1902. HESSE (F.) Zur Kenntnis der Granula der Zellen des Knochenmarkes bezw. der Leukocyten (*Anat. Anz.*, Bd. XX, p. 452).

1902. HESSE (F.). Zur Kenntnis der Granula der Zellen des Knochenmarkes bezw. der Leucocyten (*Arch. f. path. Anat. u. Physiol.*, Bd. CLXVII, p. 231).

1897. HIRSCHFELD (H.). Beiträge zur vergleichenden Morphologie der Leukocyten (*Arch. f. path. Anat. u. Physiol.*, Bd. CIL, p. 22).

1898. HIRSCHFELD (H.). Zur Kenntnis der Histogenese der granulierten Knochenmarkszellen. (*Arch. f. path. Anat. u. Physiol.*, Bd. CLIII, p. 335).

1860. HIS (W.). Beiträge zur Kenntnis der zum Lymphsystem gehörigen Drüsen (*Zeitsch. f. wissensch. Zoologie*, Bd. X, p. 333 et Bd. XI, p. 65).

1897. HOEHL (E.). Zur Histologie des adenoiden Gewebes. (*Arch. f. Anat. u. Phys.*, Anat. Ab., p. 133).

1904. HOFFMANN (R.). Ueber das Myelom, mit besonderer Berücksichtigung des malignen Plasmoms. Zugleich ein Beitrag zur Plasmazellenfrage. (*Beiträge zur path. Anat. u. zur allgem. Pathol.*, Bd XXXV, p. 317).

1889. HOYER. Beitrag zur Kenntnis der Lymphdrüsen. (*Arch. f. mikrosk. Anat.*, Bd. XXXIV, p. 208).

1845. HYRTL (J.). Lepidosiren paradoxa. (*Abhand. d. böhm. Gesells.*, Prag.).

1902. HUOT (A.). Recherches sur les Poissons Lophobranches. (*Annal. des Scien. naturel.* 8e série. Zoologie, p. 197).

1898. JOLLY (J.). Recherches sur la valeur morphologique et la signification des différents types de globules blancs. (*Thèse, Paris.*)

1902 JOLLY (J.). Sur les mouvements des lymphocytes (*C. R. Soc. Biol.*, p. 661).

1904. JOLLY (J.). Recherches expérimentales sur la division indirecte des globules rouges. (*Arch. d'Anat. microsc.*, T. VI, p. 455).

1900. JOLLY (J.). Recherches sur la division indirecte des cellules lymphatiques granuleuses de la moelle des os. (*Arch. d'Anat. microsc.*, T. III, p. 168).

1893. JUNGERSEN (F.). Die Embryonalniere des Stöhrs (Acipenser sturio). (*Zool. Anz.*, Bd. XVI, p. 464 et 469).

1900. JUNGERSEN (F.). Ueber die Urogenitalorgane von Polypterus und Amia. (*Zoolog. Anz.*, Bd. XXIII, p 328).

1897. KANTOROWICZ (R.). Ueber Bau und Entwickelung des Spiraldarms der Selachier. (*Zeitsch. f. Naturwiss.*, Bd. LXX, p. 337).

1894. KINGSBURY (B.). The histological Structure of the Enteron of *Necturus maculatus*. (*Pr. Amer. microscop. Soc.*, Vol. XVI. p. 19).

1900. KINGSTON BARTON (J.). A contribution to the Anatomy of the digestive Tract in Salmo-salar. (*Jour. of Anat. and Physiol.*, Vol. XXXIV, p. 295).

1893. KLAATSCH (H.). Ueber die Beteiligung von Drüsenbildungen am Aufbau der Peyerschen Plaques. (*Morphol. Jahrb.*, Bd. XIX, p. 548).

1863. KÖLLIKER (A.). Handbuch der Gewebelehre des Menschen (Leipzig).

1771. KÖLREUTER. Observationes splanchnolog. ad *Acipenser rutheni*. (*Anal. Nov. Comment. Acad. petropol.*, T. XVI).

1898. KROMPECHER (E.). Beiträge zur Lehre von den Plasmazellen (*Beitr. zur pathol. Anat. u. allgem. Path.*, Bd. XXIV, p. 163).

1887. KULTSCHITSKY (N.). Beiträge zur Kenntnis des Darmkanals der Fische. (*Denksch. der neuruss. Gesells. der Natur.*, Bd. XII, Hf. II. Referat von Hoyer in Schwalbe's Jahresber.)

1902. Labbé (M.) et Lortat Jacob. Du rôle des leucocytes dans l'absorption de l'iode et des composés iodés (*C. R. Soc. Biol.*, T. LIV, p. 830).

1903. Labbé (M.) et Lortat Jacob. Action de l'iode sur le tissu lymphoïde (*C. R. Soc. Biol.*, T. LV, p. 551).

1903. Laguesse (E.). Sur l'histogenèse de la fibre collagène et de la substance fondamentale dans la capsule de la rate chez les Sélaciens. (*Arch. d'Anat. micros.*, T. VI, p. 99).

1890*a*. Laguesse (E.). Note sur la rate et le pancréas du Protopterus et de la Lamproie. (*C. R. Soc. Biol.*, p. 425).

1890*b*. Laguesse (E.). Recherches sur le développement de la rate chez les Poissons. (*Thèse, Paris*).

1895. Laguesse (E.). Sur le pancréas du Crénilabre. (*Rev. biolog. du Nord de la France*, T. VII, p. 343).

1870. Langer (C.). Ueber Lymphgefässe des Darmes einiger Süsswasserfische. (*Wiener Sitzungsber. math. natur. Kl.*, Bd. LXII, p. 161).

1872. Legouis. Recherches sur les tubes de Weber et sur le pancréas des Poissons osseux (*Ann. des scienc. natur.*, T. XVII).

1902*a*. Levaditi (C.). Contribution à l'étude des Mastzellen et de la Mastzellen Leucocytose (*Thèse, Paris*).

1902*b*. Levaditi (C.). Le leucocyte et ses granulations (*Scientia, Paris*. Naud, éd. Série biolog. N. XV et XVI).

1853. Leydig (F.). Anatomischhistologische Untersuchungen über Fische und Reptilien (*Berlin*).

1852. Leydig (F.). Beiträge zur mikroskopischen Anatomie und Enwickelungsgeschichte der Rochen und Haie (*Leipzig*).

1854. Leydig (F.). Kleinere Mittheilungen zur thierischen Gewebelehre (*Arch. f. Anat. u. Physiol.*, Bd. XXI, p. 296).

1857. Leydig (F.). Lehrbuch der Histologie des Menschen und der Thiere (*Frankfort a. M.*).

1851. Leydig (F.). Zur Anatomie und Histologie der *Chimaera monstrosa* (*Arch. f. Anat. u. Physiol.*, Bd. XVIII, p. 241).

1892. Litten. Zur Lehre von der Leukämie (*Verh. des XI Cong. f. innere Medicin*, Leipzig. p. 159).

1904. Loewenthal (N.). Beitrag zur Kenntnis der Structur und der Teilung von Bindegewebszellen (*Arch. f mikrosk. Anat.*, Bd. LXIII, p. 389).

1878. Lorent (M.). Ueber den Mitteldarm von *Cobitis fossilis* (*Arch. f. mikrosk. Anat.*, Bd. XV, p. 429).

1891. Löwit. Die Anordnung und Neubildung von Leukoblasten und Erythroblasten in den Blutzellenbildenden Organen (*Arch. f. mikrosk. Anat.*, Bd. XXXVIII, p. 524).

1899. Maas (O.) Verlauf und Schichtenbau des Darmkanals von

Myxine glutinosa (*Festschr. zum siebenzig. Geburtst. von Carl V. Kuppfer*, p. 197).

1884. Macallum (A. B.). Alimentary canal, liver, pancreas and air-bladder of *Amiurus catus* (*Proceed. of the Canad instit. Toronto*, New Series, Vol. II, p. 387).

1886. Macallum (A.B.) The alimentary canal and pancreas of Acipenser, Amia and Lepidosteus (*Jour. of Anat. and Physiol.*, Vol. XX, p. 604).

1891. Mall (F.). Das reticulierte Gewebe und seine Beziehungen zu den Bindegewebsfibrillen (*Abhand. der math. phys. Classe der königl. sächs. Gessels. der Wissensch*, Bd. XVII, p. 295).

1899. Marschalko (V.) Zur Plasmazellenfrage (*Centralbl. f. allgem. Path. u. path. Anat.*, Bd. X, p. 851).

1897. Marwedel (G.). Die morphologischen Veränderungen der Knochenmarkszellen bei den eiterigen Entzündungen (*Beitr. zur path. Anat. u. zur allgem. Pathol.*, Bd. XXII, p. 507).

1890. Maurer. Die erste Anlage der Milz und das erste Auftreten von lymphatischen Zellen bei Amphibien (*Morph. Jahrb.*, Bd. XVI, page 203).

1897. Mayer (P.). Ueber den Spiraldarm der Selachier (*Mittheil. aus. der zool. Stat. zu Neapel*, Bd. XII, p. 749).

1860*. M'Donnel (R.). Notiz über Lepidosiren annectens (*Zeitsch. f. wissen. Zool.*, Bd. X).

1875. Meyer (F.), Beitrag zur Anatomie des Urogenitalsystems der Selachier und Amphibien (*Sitzungsb. d. natur. Gesell. zu Leipzig*, II *ter* Jahrh., p. 38).

1902. Meinertz (J.). Beiträge zur vergleichenden phol g ie der farblosen Blutzellen (*Archiv. f. path. Anat. u. Physiol.*, Bd. CLXVIII, p. 353).

1895. Mesnil (A.). Sur le mode de résistance des Vertébrés inférieurs aux invasions microbiennes artificielles. (*Annales de l'Inst. Pasteur*, T. IX, p. 301).

1892. Metchnikoff (E.). Leçons sur la pathologie comparée de l'inflammation (*Paris*).

1902. Metchnikoff (E.) L'immunité dans les maladies infectieuse (*Paris*).

1902. Mezinescu (D.). Contribution à la morphologie comparée des leucocytes *Arch. de médec. expér.*, T. XIV, p. 562).

1902. Michaelis und A. Wolff. Ueber Granula in Lymphocyten (*Arch. f. path. Anat. u. Physiol.*, Bd. CLXVII, p. 151).

1859. Milne-Edwards (H.). Leçons sur la Physiologie et l'Anatomie comparée de l'Homme et des animaux (*Paris*, T. IV).

1881. Moreau (E.). Histoire naturelle des Poissons de la France (*Paris*).

1902. Morel et Doleris. Modification à la méthode de coloration par

le mélange triacide d'Ehrlich (*C. R. Soc. Biol.*, T. LIV, p. 1255).

1843. Müller. Untersuchungen über die Eingeweide der Fische (*Abhandlung. der könig. Akad. der Wissensch. zu Berlin*, Bd. XXXI, p. 109).

1844. Müller. Ueber den Bau und die Grenzen der Ganoïden (*Abhand. der Akad. der Wissensch. zu Berlin*, Bd. XXXII, p. 117).

1900. Müller (F.). Ueber einige pathologischanatomische Befunde bei der Ricinvergiftung (*Beitr. zur path. Anat. und zur allg. Pathol.*, Bd. XXVII, p. 321).

1891*. Müller und Rieder. Ueber Vorkommen und klinische Bedeutung der eosinophilen Zellen im circulierenden Blute des Menchen (*Arch. f. klin. Medicin*, Bd. XLVIII, p. 100).

1904. Nattan Larrier. Les myélocytes basophiles du foie fœtal (*C. R. Soc. Biol.*, T. LVI, p. 682).

1903. Nemiloff (A.). Zur Frage der amitotischen Kerntheilung bei Wirbelthieren (*Anat. Anz.*, Bd. XXIII, p. 353).

1903. Neumann (E.). Hämatologische Studien. Die Variabilität der Leucocyten (*Arch. f. path. Anat. u. Physiol.*, Bd. CLXXIV, p. 41).

1901. Neuville (H.). Contribution à l'étude de la vascularisation intestinale chez les Cyclostomes et les Sélaciens (*Thèse, Paris*).

1900*. Nöske (H.). Eosinophile Zellen und Knochenmark, insbesondere bei chirurgischen Infektionskrankheiten und Geschwülsten (*Deutsche Zeitsch. f. Chirurgie*, Bd. LV, p. 211).

1901. Nusbaum (J.) und Prymak (T.) Zur Entwickelungsgeschichte der lymphoiden Elemente der Thymus bei den Knochenfischen (*Anat. Anz.*, Bd. XIX, p. 6).

1893*. Okintschitz (E.). Ueber die Zahlverhältnisse verschiedener Arten weisser Blutkörperchen bei völliger Inanition (*Arch. f. experim. Path.*, Bd. XXXI. p. 383).

1904*a*. Opie. An experimental study of the relation of cells with eosinophile granulation to infection with an animal parasite (trichina spiralis) (*Americ. Jour. of the medical sciences*, March).

1904*b*. Opie. The occurence of cells with eosinophile granulations and their relation to nutrition (*Americ. Jour. of the medical Sciences*, February).

1889. Oppel (A.). Beiträge zur Anatomie des *Proteus anguineus*. Vom Verdaungstractus (*Archiv. f. mikrosk. Anat.*, Bd. XXXIV, p. 511).

1896-1900. Oppel (A.). Lehrbuch der vergleichenden mikroskopischen Anatomie (*Jena*).

1890. Oppel (A.). Ueber Pigmentzellen des Wirbeltierdarmes (*Sil-*

zungsb. d. Gesellsch. f. Morphol. u. Physiol. in München, Bd. VI, p. 16).

1888. Orth. Cursus der normalen Histologie (5e édition, p. 130).

1843. Otto. Erläuterungstafeln zur vergleichenden Anatomie (Hf. 6).

1831. Owen (R.). Anatomy of a Crocodile (*Proceed. of the Zool. Society of London*, p. 140).

1866. Owen (R.). On the Anatomy of Vertebrates (*London*, Vol. I).

1898. Pappenheim (A.). Abstammung und Entwickelung der rothen Blutzellen (*Arch. f. path. Anat. u. Physiol.*, Bd. CLI, p. 89).

1900. Pappenheim (A.). Von den gegenseitigen Beziehungen der farblosen Blutzellen zueinander (*Arch. f. path. Anat. u. Physiol.*, Bd. CLIX, p. 40, Bd. CLX, p. 1 et 307).

1902. Pappenheim (A.). Weitere kritische Ausführungen zum gegenwärtigen Stand der Plasmazellenfrage (*Arch f. path. Anat. u. Physiol.*, Bd. CLXIX, p. 372).

1901. Pappenheim (A.). Wie verhalten sich die Unna. sehen Plasmazellen zu Lymphocyten (*Arch. f. path. Anat. u. Physiol.*, Bd. CLXV, p. 365, Bd. CLXVI, p. 424).

1892. Parker (W.). On the Anatomy and Physiology of *Protopterus annectens* (*Transact. of the Royal Irish Academy*, Vol. XXX, p. 107).

1903. Perrier (E.). Traité de Zoologie. Poissons (*Paris*).

1904*a*. Pettit (A.) Contentif pour Poissons (Squalidés) (*C. R. Soc. Biol.* T. LVII, p. 627).

1904*b*. Pettit (A.). Sur la présence des cellules fusiformes dans le sang des Ichthyopsidés consécutivement à l'ablation de la rate (*C. R. Soc. Biol.*, T. LVII, p. 628).

1904*c*. Pettit (A.). Sur la pyknose du noyau des hématies (*C. R. Soc. Biol.*, T. LVII, p. 629).

1885. Physalix (C.). Recherches sur l'anatomie et la physiologie de la rate chez les Ichthyopsidés (*Thèse, Paris*).

1889. Pilliet (A.). Contribution à l'étude des espaces porte du foie chez quelques Vertébrés (*Journ. de l'Anat. et de la Physiol.*, Année 25, p. 264).

1890. Pilliet (A.). Note sur la distribution du tissu adénoïde dans le tube digestif des Poissons cartilagineux (*C. R. Soc. Biol.*, série 9, T. II, p. 593).

1885. Pilliet (A.). Sur la structure du tube digestif de quelques Poissons de mer (*Bull. de la Soc. Zool. de France*, Vol. X, p. 283).

1900. Plato (J.). Ueber die vitale Färbbarkeit der Phagocyten des Menschen und einiger Säugethiere mit Neutralroth (*Arch. f. mikr. Anat.*, Bd. LVI, p. 868).

1902. Policard (A.). Constitution lympho-myéloïde du stroma conjonctif du testicule des jeunes Rajidés (*C. R. Soc. Biol.* T. LIV, p. 118).

1904. PORCILE (V.). Untersuchungen über die Herkunft der Plasmazellen in der Leber (*Beitr. zur path. Anat. u. all. Path.*, Bd. XXXVI, p. 375).

1900. POUCHET (G.) 1). Note sur les leucocytes de Semmer et les cellules eosinophiles d'Ehrlich (p. 153).

2) Evolution et structure des noyaux des éléments du sang chez le Triton (p. 163).

3) La formation du sang (p. 181).

(*Recueil des principales œuvres de Pouchet, Paris.*)

1878. POUCHET (G.) et F. TOURNEUX. Précis d'histologie humaine et d'histiogénie (2[e] édit., *Paris*).

1894. PRENANT (A.). Contribution à l'étude du développement organique et histologique du thymus, de la glande thyroïque et de la glande carotidienne (*La Cellule*, T. X, p. 87).

1903. PRYMAK (T.). Przyczynek do historyi rozwoju i inwolucyi gruczolu grasicowego (gl. thymus) u ryb Koscistych (*Kosmos*, T. XXVIII, p. 179).

1889. RANVIER (L.). Traité technique d'histologie (2[e] édit., *Paris*).

1899. RAWITZ (B.). Ueber die Blutkörperchen einiger Fische (*Arch. f. mikr. Anat. u. Entwickel*, Bd. LIV, p. 481).

1900. RAWITZ (B.). Ueber die Blutkörperchen einiger Fische (*Arch. f. mikr. Anat. u. Entwickel.*, Bd. LVI, p. 149).

1862. RECKLINGHAUSEN (F.). Die Lymphgefässe und ihre Beziehung zum Bindegewebe (*Berlin*).

1900. REDEKE (H.). Die sogenannte Bursae Entiana der Selachier (*Anat. Anz.*, T. XVII, p. 146).

1854. REMAK (R.). Ueber vielkernige Zellen der Leber (*Arch. f. Anat. u. Physiol.* Bd. XXI, p. 99).

1893. RENAUT (J.). Traité d'histologie pratique (*Paris*).

1903. RENAUT (J.). Sur la tramule du tissu conjonctif (*C. R. de l'Assoc. des Anatom.*, *Liège*, p. 17).

1902. RETTERER (E.). Parallèle des ganglions lymphatiques des Mammifères et des Oiseaux (*C. R. de l'Assoc. des Anat.*, p. 181).

1901. RETTERER (E.). Structure, développement et fonctions des ganglions lymphatiques (*Journ. de l'Anat. et de la Physiol.*, T. XXXVII, p. 473).

1897. RIBBERT. Beiträge zur Entzündung (*Arch. f. path. Anat. u. Phys.*, Bd. CL, p. 391).

1889. RIBBERT. Ueber Regeneration und Entzündung der Lymphdrüsen (*Beitr. zur path. Anat. u. zur allg. Pathol.*, Bd. VI, p. 185).

1897. RÜHLE (G.). Ueber die Membrana propria der Harnkanälchen und ihre Beziehung zu dem interstitielen Gewebe der Niere (*Arch. f. Anat. u. Physiol.* Anat. Abt., p. 153).

1895. SACHAROFF (N.). Ueber die Entstehung der eosinophilen Granulationen des Blutes (*Arch. f. mikrosk. Anat.*, Bd. XLV, p. 370).

1880. SAPPEY (P.). Etudes sur l'appareil mucipare et sur le système lymphatique des Poissons (*Paris*, Delahaye).

1896. SAXER (F.). Ueber die Entwickelung und den Bau der normalen Lymphdrüsen und die Entstehung der roten und weissen Blutkörperchen (*Anatom. Hefte*, Bd. VI, p. 349).

1891. SCARPATETTI (J.). Ueber die eosinophilen Zellen des Kaninchen Knochenmarks. (*Arch. f. mikrosk. Anat.*, Bd. XXXVIII, p. 613).

1902. SCHLESINGER (A.). Ueber Plasmazellen und Lymphocyten (*Arch. f. path. Anat. u. Physiol.*, Bd. CLXIX, p. 428).

1897. SCHNEIDER (G.). Ueber die Niere und die Abdominalporen von *Squatina Angelus* (*Anat. Anz.*, Bd. XIII, p. 393).

1875*. SEMPER. (*Arbeiten aus dem Zool. Anat. Inst im Würzburg*, Bd. II).

1895. SIAWCILLO (J.). Sur les cellules éosinophiles (*Ann. Inst. Pasteur*, T. IX, p. 289).

1903. SIMON (L.) Sur les éosinophiles de l'intestin (*C. R. Soc. Biol.*, T. LV, p. 255.

1895. SIEDLECKI (M.). O budowie leukocytow u jaszczurow i podziale ich jadra (*Roz. Akad. Krak.*, tir. à part).

1900. STAHR (H.). Der Lymphapparat der Nieren (*Arch. f. Anat. u. Physiol.*, Anat. Abt., p. 42).

1854. STANNIUS. Handbuch der Anatomie der Wirbelthiere (*Berlin*, 2e Auflage).

1891*a*. STAHR (P.). Die Entwickelung des adenoiden Gewebes der Zungenbälge und der Mandeln der Menschen (*Anat. Anz.*, Bd. VI, p. 545).

1891*b*. STAHR (P.). Ueber die peripherischen Lymphknoten (*Ergebn. der Anat. u. Entwickel.*, Bd. I, p. 183).

1889. STAHR (P.). Ueber die Lymphknötchen des Darmes (*Arch. f. mikr. Anat.*, Bd. XXXIII, p. 225).

1893. TETTENHAMER (E.). Ueber die Entstehung der acidophilen Leukocytengranula aus degenerierender Kernsubstanz (*Anat. Anz.*, Bd. VIII, p. 223).

1902. THOMÉ (R.). Beiträge zur mikroskopischen Anatomie der Lymphknoten. Das Reticulum der Lymphknoten (*Jenaische Zeitsch. für Naturw.*, Bd. XXXVII, p. 133).

1877*. TROIS. Sopra la existenza die veri gangli linfatici nel Lophio (*Memorie del R. Inst. Veneto*, Vol. XX).

1891. VAN DER STRICHT. Division mitosique des erythroblastes et des leucoblastes à l'intérieur du foie embryonnaire des Mammifères (*Anat. Anz.*, Bd. VI, p. 591).

1902a. Vialleton (L.). Caractères lymphatiques de certaines veines chez quelques Squales (*C. R. Soc. Biol.*, T. LIV, p. 249).

1902b. Vialleton (L.). Les lymphatiques du tube digestif de la Torpille (*Arch. d'Anat. microsc.*, T. V, p. 378).

1901. Vialleton (L.) et S. Fleury. Structure des ganglions lymphatiques de l'Oie (*C. R. Acad. Scien.*, T. CXXXIII, p. 1014).

1898. Vincent Svale. On the suprarenal Capsules and the lymphoid tissue of Teleostean Fishes. (*Anat. Anz.*, p. 151).

1859. Vogt et Pappenheim. Recherches sur l'anatomie comparée des organes de la génération chez les animaux Vertébrés. (*Annal. des Sc. Natur.*, T. XII, p. 100).

1887. Waldschmidt (J.). Beitrag zur Anatomie des Zentralnervensystems und des Geruchsorgans von *Polypterus bichir*. (*Anat. Anz.*, T. II, p. 308).

1899. Walgreen (A.). Experimentelle Untersuchungen über peritoneale Infection mit Streptokokken. (*Beitr. zur path. Anat. u. allg. Path.*, Bd. XXV, p. 206).

1901. Warthin (A.). The normal Histology of the human haemolymph gland. (*The american Journ. of Anat.*, Vol. VI, N. I).

1898. Wauters (G.). Sur la répartition des substances bactéricides et sur la filiation des différentes espèces de leucocytes. (*Arch. de médec. expér. et d'Anat. pathol.*, T. X, p. 751).

1850*. Weber. *Berichte der königl. sächs. Gesell. d. Wissench zu Leipzig.*

1903. Weidenreich (F.). Das Schicksal der roten Blutkörperchen im normalen Organismus. (*Anat. Anz.*, T. XXIV, p. 186).

1902. Weidenreich (F.). Ueber Blutlymphdrüsen. Die Bedeutung der eosinophilen Leukocyten. über Phagocytose und die Entstehung von Riesenzellen. (*Anat. Anz.*, Bd. XX, p. 188).

1891. Weiss (J.). Das Vorkommen und die Bedeutung der eosinophilen Zellen und ihre Beziehungen zur Bioblastentheorie Altmann's. (*Wiener medic. Presse*, p. 1537).

1904. Wlassow (K.) und Sepp (E.). Zur Frage bezüglich der Bewegung und der Emigration der Lymphocyten des Blutes. (*Arch. f. path. Anat. u. Physiol.*, Bd. CLXXVI, p. 185).

1900. Wolff (A.). Die eosinophilen Zellen, ihr Vorkommen und ihre Bedeutung (*Beitr. z. path. Anat. u. allg. Path.*, Bd. XXVIII, p. 150).

1904. Wolff (A.). Ueber Leukocytengranulationen; speciel über Azurgranula und über Pseudomastzellengranula. (*Zeitschr. f. klin. Medic.*, Bd. LII, p. 325).

1900. Wood Jones (F.). Note on a Outgrowth of a lymphoïd Nature

from the Junction of the large and small Instestine of a Frog. (*Journ. of Anatom. and Physiol.*, Vol. XXXIV, p. 41).
1899. YOUNG (E.). Recherches sur la digestion des Poissons. (*Arch. de Zool. expérim.*, 2e série, T. VII, p. 121).
1900. YOUNG (E.) et O. FUHRMANN. Recherches sur la digestion des Poissons. (*Arch. de Zool. expér.*, 2e série, T. VIII, p. 333).
1887. ZIEGLER (H.). Die Entstehung des Blutes bei Knochenfischembryonen. (*Arch. f. mikrosk. Anat.*, T. XXX, p. 596).

EXPLICATION DE LA PLANCHE

c. r, cellule du reticulum.
e, épithelium.
l, lymphocyte.
l. a, leucocyte acidophile.
l. b, leucocyte basophile.
l. p, leucocyte à noyau polymorphe.
l. m, leucocyte à granulations mixtes.
l. m, leucocyte mononucléaire.
t. u, tube urinifère.

FIG. 1. Coupe transversale du rein de *Proteus anguineus* Laur. — La figure montre la section des quatre tubes urinifères, entre lesquels on voit du tissu lymphoïde. Coloration au rouge Magenta, suivie du mélange de Benda. *l. a*, leucocyte acidophile en karyokinèse; *l*, lymphocyte immigré dans une cellule épithéliale du tube urinifère.

FIG. 2. Leucocyte à noyau polymorphe et à granulations neutrophiles du foie de *Proteus ang.* — Coloration au triacide. Les granulations sont colorées en rouge violacé.

FIG. 3. Leucocyte à noyau polymorphe et à cytoplasma homogène du foie de *Proteus anguineus.* — Coloration au triacide. Le cytoplasma est coloré du même rouge que les granulations de la figure précédente.

FIG. 4, 5, 6. Trois éléments leucocytaires du tissu lymphoïde du rein de l'*Acipenser Güldenstädtii* Brandt. — Coloration au Magenta et au Benda. Le noyau est incurvé dans la figure 4, divisé en deux dans la figure 5, fragmenté en plusieurs lobes dans la figure 6.

FIG. 7. Coupe à travers l'organe lymphoïde de l'œsophage de *Galeus canis* Rond. — Un seul lobule est représenté ; il est revêtu d'un epithelium *(e)* mince. Coloration à l'éosine-orange, bleu de toluidine. Les granulations se sont colorées par l'éosine.

FIG. 8. Reticulum intertubulaire du rein de *Proteus anguineus.* — Coloration au Magenta et au Benda. La préparation n'a été soumise à aucun traitement préalable pour la mise en évidence du reticulum (ni le procédé de pinceau, ni le secouage des coupes). On a simplement choisi un endroit, où les éléments lymphoïdes ne masquent pas le réseau.

FIG. 9. Leucocyte à granulations du tissu lymphoïde du rein de *Crenilabrus melops* Riss. — Coloration : Magenta-Benda. Les granulations sont colo-

rées en rouge par le Magenta. Les mêmes granulations prennent l'orange du mélange : éosine-orange, bleu de toluidine (exactement comme les granulations des acidophiles du rein de *Labrus bergylta*, fig. 17).

FIG. 10. Macrophage à granulations acidophiles du rein de *Proteus anguineus*. — Coloration au rouge Magenta et au Benda.

FIG. 11. Macrophage du rein de l'*Anguilla anguilla* L. — Coloration : Magenta-Benda.

FIG. 12. Coupe à travers une travée de l'organe lymphoïde du cœur de l'*Acipenser Güldenstädtii*. — Coloration : éosine-orange, bleu de toluidine. On voit au centre de la coupe un capillaire avec une hématie enchâssée ; au pourtour, des cellules du revêtement ; en dedans, des éléments leucocytaires.

FIG. 13. Fragment de la coupe transversale de l'organe lymphoïde de l'œsophage du *Trygon pastinaca* L. — Coloration : Magenta-Benda.

FIG. 14, 15. Deux leucocytes à granulations de l'organe lymphoïde de l'œsophage de la *Raja clavata* L. — Coloration au triacide. Dans la figure 14, les granulations sont fines et nombreuses ; elles se sont colorées en un rouge vineux ; dans la figure 15, les granulations sont énormes, elles ont pris l'orange G. du mélange triacide.

FIG. 16. Fragment d'une coupe transversale de l'organe lymphoïde de l'œsophage d'un *Scyllium canicula* L. splénectomisé. — Coloration : bleu de Unna-éosine. On voit côte à côte deux leucocytes à granulations éosinophiles en karyokinèse.

FIG. 17. Leucocyte à granulations acidophiles du rein de *Labrus bergylta* Asc. — Coloration éosine-orange, bleu de toluidine. Les granulations leucocytaires ont pris l'orange. Les mêmes granulations prennent le colorant nucléaire dans la coloration : Magenta-Benda.

FIG. 18. Leucocyte à granulations acidophiles de la couche lymphoïde de l'ovaire du *Protopterus annectens* Owen. — Coloration : éosine-orange, bleu de toluidine.

FIG. 19, 20, 21, 22, 23. Cellules leucocytaires du tissu lymphoïde du rein de l'*Acipenser sturio* L. — Dans les fig. 19 et 20, des granulations acidophiles et basophiles coexistent dans le même corps cellulaire. Dans la fig. 19 (coloration : bleu de Unna-éosine), le leucocyte renferme des granulations rouges (acidophiles) et des bleues (basophiles) ; dans la fig. 20 (coloration : Magenta-Benda), le cytoplasma cellulaire est rempli de granulations vertes (acidophiles) et rouges (basophiles).

Dans les fig. 21 et 22, le leucocyte ne renferme qu'une seule espèce de granulations : basophiles en 22, acidophiles en 21 (coloration : Magenta-Benda). Fig. 23 : petit leucocyte à cytoplasma homogène, acidophile.

FIG. 24. Leucocyte à granulations de l'organe lymphoïde de l'œsophage du *Torpedo marmorata* Riss. — Coloration : Magenta-Benda. Les granulations ont l'aspect de bâtonnets courts.

FIG. 25. Fragment de la coupe transversale du tissu lymphoïde du cartilage crânien de l'*Acipenser sturio*. — Coloration : Magenta-Benda. On voit côte à côte quatre types leucocytaires distincts : un leucocyte à granulations acidophiles, un leucocyte à granulations basophiles, un leucocyte à granulations mixtes et, enfin, un mononucléaire à cytoplasma homogène et à noyau incurvé.

FIG. 26. Deux cellules polyédriques du tissu lymphoïde de l'intestin spiralé du *Protopterus annectens*. — Coloration : éosine-orange, bleu de toluidine.

La cellule à droite est en karyokinèse ; ses granulations sont plus volumineuses et plus claires que celles de la cellule dont le noyau est en repos.

Fig. 27. Leucocyte (lymphocyte?) du tissu lymphoïde de l'ovaire de *Protopterus annectens*. — Coloration : éosine-orange, bleu de toluidine. A noter la basophilie assez intense du protoplasma cellulaire et son développement par rapport au noyau, qui mettent cet élément à la limite entre un lymphocyte et un mononucléaire.

Fig. 28, 29. Deux leucocytes à granulations du tissu lymphoïde du testicule de la *Raja clavata*. — Coloration : Magenta-Benda. Dans la fig. 28, les granulations sont acidophiles, dans la fig. 29, elles sont plus volumineuses et basophiles. Les mêmes granulations basophiles de la fig. 29 se colorent énergiquement en orange, quand on traite la préparation par le triacide et se rapprochent alors exactement des leucocytes à grosses granulations de l'organe lymphoïde de l'œsophage du même animal (fig. 15).

Fig. 30. Leucocyte à granulations acidophiles en karyokinèse du tissu lymphoïde du rein de *Proteus anguineus*. — Coloration : Magenta-Benda.

Fig. 31. Cellule polyédrique de la couche lymphoïde de l'ovaire du *Protopterus annectens*. — Coloration : éosine-orange, bleu de toluidine. C'est une cellule du même type que celles de la fig. 26.

Le grossissement est de 350 diamètres pour les figures 1 et 8 ; il est de 1.200 diamètres environ pour toutes les autres.

TABLE DES MATIÈRES

LA SPERMATOGÉNÈSE DU LOMBRIC TERRESTRE

(*LUMBRICUS AGRICOLA* HOFFM)

PAR

E. BUGNION ET N. POPOFF[1].

Localisé entre les 9e et 15e segments, l'appareil génital du Lombric comprend (fig. 1) :

1º Deux paires de *petits testicules* (découverts par HERING **1856**), dont une antérieure, attachée à la face postérieure du dissépiment 9/10, et une postérieure, fixée à la face postérieure du dissépiment 10/11, de chaque côté du cordon nerveux ;

2º Trois paires de *grands testicules* (testicules pour D'UDEKEM, CLAPARÈDE, HUXLEY, RAY LANKESTER, NEULAND ; — vésicules séminales d'après HERING. BLOOMFIELD, BERGH, CALKINS, VON ERLANGER, etc.), dont une antérieure, attachée à la face antérieure du dissépiment 9/10, une moyenne, fixée à la face postérieure du dissépiment 10/11, et une postérieure, attenante à la face postérieure du dissépiment 11/12 ;

3º Deux paires de *pavillons séminaux* (entonnoirs ciliés de D'UDEKEM) dont une antérieure appartenant au 10e segment et une postérieure répondant au 11e, avec deux *canaux déférents* qui s'ouvrent sur la face ventrale du 15e ;

[1] Un résumé de ce travail, accompagné de cinq planches phototypiques, a paru dans les Comptes rendus du VIe congrès zoologique, Genève, 1905.

4° Quatre *poches copulatrices* (spermathèques, receptacula), dont une paire antérieure au niveau du 9[e] segment et une postérieure au niveau du 10[e], s'ouvrant sur la face ventrale, dans les sillons intersegmentaires 9/10 et 10/11, s'emplissant de l'extérieur dans l'acte de l'accouplement ;

5° Deux *ovaires*, très petits, découverts par d'Udekem (**1856**) attachés à la face postérieure du dissépiment 12/13 ;

6° Deux *oviductes*, commençant par un pavillon élargi, à l'intérieur du 13[e] segment et débouchant à l'extérieur sur la face ventrale du 14[e] [1].

Mentionnons encore le *sillon génital* situé sur la face ventrale, du 15[e] au 37[e] segment, délimité par les « bourrelets », et dans la région du *clitellum* par les « tubercules de puberté » d'Ude. Ce sillon s'accolant à celui du deuxième individu dans l'acte de l'accouplement, sert, paraît-il, à recueillir le sperme (voir Cerfontaine, **1890**, p. 58).

Les grands testicules antérieurs et moyens sont en communication par leur cavité centrale avec un espace médian, quadrilatère, le *carrefour séminal antérieur* (mediane Samenkapsel de Bergh) compris entre le tube digestif et la paroi ventrale, occupant la partie moyenne du 10[e] segment, renfermant aussi les deux petits testicules et les deux pavillons antérieurs. Les grands testicules postérieurs débouchent de même dans le *carrefour séminal postérieur* qui occupe la partie moyenne du 11[e] segment et contient encore les deux petits testicules et les deux pavillons postérieurs.

On voit en étudiant les coupes transverses que le carrefour n'est pas, comme on pourrait le supposer, compris entre l'intestin et le cordon nerveux, mais que ce dernier est entièrement immergé à l'intérieur. Il y a même sur certains points, entre le cordon nerveux et la paroi ventrale du carrefour, un espace libre dans lequel peut se

[1] La position exacte des orifices des canaux déférents, des oviductes et des receptacula se voit sur la fig. 6 du travail de Ray Lankester (**1864**) et sur la fig. 18 du mémoire de Cerfontaine (**1890**).

rencontrer un repli du pavillon. On voit de plus que le carrefour est limité par une membrane propre isolée de la paroi du corps et que sa cavité est divisée en trois loges, dont une médiane, qui renferme le cordon nerveux, et deux latérales, une droite et une gauche, contenant chacune l'un des petits testicules. La loge médiane, communiquant largement avec les loges latérales, est, chez le ver adulte, remplie de zoospermes aussi bien que celles-ci.

Les parties du carrefour où débouchent les grands testicules forment elles aussi des diverticules spéciaux, qui communiquent il est vrai avec les loges des petits testicules, mais forment néanmoins des chambres assez bien définies. Quelques plis des pavillons viennent toujours s'étaler à l'intérieur.

Remarquons enfin qu'une membrane détachée de la paroi dorsale du carrefour se replie autour du tube digestif et forme au niveau des dissépiments 9/10 et 10/11, une gaine péri-intestinale qui contient aussi les glandes calcaires de MORREN (**1826**), les vaisseaux péri-intestinaux et les cellules chloragogènes. Les grands testicules sont attachés à la face externe de cette gaine.

Les deux carrefours ont été considérés par HERING comme la partie médiane commune des « vésicules séminales ». Celles-ci sont décrites par cet auteur sous le nom d'*appendices latéraux* des vésicules.

BLOOMFIELD (**1880**), qui admet sans conteste les idées de HERING, désigne l'ensemble des vésicules et des carrefours sous le nom de *réservoirs séminaux*. VON ERLANGER (**1896**) emploie pour désigner les grands testicules le terme de *Nebenhoden*.

PERRIER (**1897**, p. 1699) confond sous le nom de *sacs spermatiques*, les grands testicules et les carrefours.

ROSA (**1884**) a constaté que les carrefours manquent entièrement chez certains genres (*Allobophora*). BERGH (**1886**) ayant montré d'autre part que ces espaces se développent indépendamment des prétendues vésicules séminales et qu'ils représentent une partie cloisonnée de la cavité somatique, il paraît préférable de leur donner un nom spécial.

Nous adoptons la dénomination de *carrefours séminaux*, parce

qu'elle ne prête pas à la confusion avec les « vésicules » de Hering et indique bien que les testicules et les pavillons débouchent dans une cavité commune. En fait, les carrefours servent à la maturation et ensuite à l'expulsion des zoospermes; ils jouent donc le rôle de réservoirs séminaux.

Semblables à de grands entonnoirs plissés dans le sens de la longueur, les pavillons s'avancent dans les carrefours à travers les parois de ces derniers et, se divisant en plusieurs franges, pénètrent jusqu'aux loges dans lesquelles se déversent les spermatozoaires. On voit ainsi certains replis des pavillons étalés dans les loges latérales en arrière des petits testicules, d'autres dans la loge médiane des deux côtés du cordon nerveux, d'autres encore auprès des grands testicules et jusque dans le hile creux de ces derniers. Les ovaires et les oviductes, étant situés plus en arrière (13e segment), n'ont au contraire aucune communication avec les carrefours. On sait que le Ver de terre, bien qu'hermaphrodite, ne se féconde pas lui-même et que l'accouplement est toujours nécessaire.

Notre étude est divisée en six parties : 1o les petits testicules ; 2o les grands testicules ; 3o la spermatogénèse ; 4o la spermie mûre ; 5o les cellules éosinophiles ; 6o résumé et conclusions.

I. — **Petits testicules**

Difficiles à voir, ces organes sont de petits corps jaunâtres, allongés dans le sens transverse, mesurant 0.8 mm. sur 0.3. Ils sont entourés d'une capsule mince et offrent chez l'adulte deux parties distinctes, l'une vasculaire caractérisée par la présence d'un glomérule, l'autre parenchymateuse essentiellement formée de cellules spermatiques groupées en amas. — Von Erlanger qui a fait en 1896 une étude approfondie de ces glandes, désigne les colonies cellulaires sous le nom de *follicules spermatiques* et constate que tous les éléments appartenant au même follicule se trouvent dans la même phase de développement. Il admet que les cellules du follicule

procèdent d'une cellule unique et distingue trois sortes d'éléments : 1° les cellules germinales (Urkeimzellen) dérivées d'une différenciation de l'épithélium cœlomique ; 2° les cellules testiculaires (Hodenzellen) qui résultent de la multiplication des cellules germinales et qui, unies par petits groupes, constituent les follicules spermatiques ; 3° des cellules libres, spermatogonies, provenant de la dissociation de ces derniers.

L'auteur, qui adopte les idées de Hering, suppose (sans cependant en donner la preuve) que les follicules se désagrégent dans le testicule et que les spermatogonies libres, résultant de cette dissociation, traversent les carrefours et se portent dans les « vésicules séminales » pour y accomplir la spermatogénèse. — Nous verrons tout à l'heure que les follicules transforment leurs éléments en spermatocytes, après avoir le plus souvent subi une dissociation partielle, mais que cette transformation s'effectue sur place dans la loge latérale du carrefour et que les produits des petits testicules ne remontent nullement dans les grands (prétendues vésicules séminales de Hering.) Les grands testicules sont en effet de véritables glandes fournissant elles-mêmes leurs éléments.

Calkins, auteur d'un mémoire sur la spermatogénèse du Lombric (espèce américaine ?) paru en 1895, décrit également des amas nucléés correspondant aux follicules de von Erlanger ; sa conception diffère toutefois de celle du zoologiste allemand en ce qu'il se représente la jeune colonie comme une cellule unique plurinucléée et en fait un syncytium. Cette masse syncytiale subirait une division radiaire (clivage) et c'est alors seulement qu'elle passerait à l'état de colonie pluricellulaire.

Sans vouloir trancher la question d'un trait de plume, nous devons reconnaître que les limites cellulaires sont, dans les follicules jeunes, souvent indécises ou même impossibles à distinguer. C'est plus tard seulement lorsque les « pédicules » commencent à se dessiner au sein du protoplasme central que la division en cellules apparaît d'une manière bien nette. Des formations analogues aux

jeunes colonies spermatiques du Lombric ont été observées par Monticelli (1892) dans le testicule des Distomes et décrites également par cet auteur sous le nom de syncytium.

L'étude des coupes montre que le petit testicule est libre sur les 4/5 environ de sa surface, tandis que l'autre cinquième est attaché à la paroi du carrefour (dissépiment) et forme une sorte de hile qui donne accès aux vaisseaux. On voit encore que la branche antérieure du canal déférent se trouve en dedans du petit testicule postérieur, au niveau de la partie adhérente, puis que, passant au travers de celle-ci, et dissociant la paroi du dissépiment, elle entraîne des travées connectives qui divisent la glande en plusieurs masses[1].

Le petit testicule est entouré chez le ver adulte d'une capsule très mince semée de noyaux aplatis, composée elle-même de cellules plates soudées bout à bout (fig. 9, 10, 11). Sous la membrane et en rapport avec celle-ci se trouve un peloton vasculaire (glomérule) qui s'étend assez loin à l'intérieur, occupant sur certaines coupes le tiers ou la moitié de l'organe entier. Très distinct et parfaitement isolé chez l'adulte, ce peloton est formé de capillaires à parois très minces, anastomosés, contournés en divers sens, séparés les uns des autres par des espaces clairs (fentes plasmatiques). Sur les parois se voient en grand nombre des noyaux endothéliaux nettement délimités, colorés en violet par l'hémalun, plus ou moins proéminents à l'extérieur. Parfois vers la pointe du testicule, une partie du peloton est remplacée par trois ou quatre vaisseaux dilatés, véritables sinus, atteignant une largeur de 0.1 mm.

La région vasculaire du petit testicule se distingue encore par la présence d'éléments pédiculés, groupés en forme de *bouquets* (fig. 9, *b*), attachés par leurs tiges sur les capillaires du glomérule, baignés dans le liquide des espaces plasmatiques. Bien qu'assez

[1] La figure de l'appareil génital publiée par Hering en 1856, reproduite dans la plupart de nos traités, n'est à cet égard pas tout à fait exacte. Les pavillons sont trop petits, trop éloignés de la ligne médiane. Le canal déférent, que l'auteur a représenté en dehors du petit testicule postérieur, devrait passer au travers du hile de ce dernier, et se diriger ensuite de dedans en dehors.

semblables aux follicules en voie de développement, ces éléments ne prennent, paraît-il, aucune part à la spermatogénèse : peut-être sont-ils dévolus à quelque sécrétion interne[1].

Le reste de la glande (région sexuelle) est formé d'innombrables petites cellules disposées en traînées ou en amas, supportées par un réseau délicat de vaisseaux et de trabécules. Rattaché lui-même au peloton vasculaire et à la membrane d'enveloppe, ce réseau forme çà et là des loges à direction radiée, à contours indécis.

Plus précoces que les grands, les petits testicules se développent en même temps et sur la même ligne que les ébauches ovariques, sous forme de quatre petits bourgeons attachés par un court pédicule à la face postérieure des dissépiments 9/10 et 10/11 (fig. 3). Ces ébauches se voient sur les séries horizontales dans un plan plus profond que celles des grands testicules (plus près de la paroi ventrale) des deux côtés du cordon nerveux. Sur un ver de 5 à 6 centimètres, débité en coupes transverses, la dimension du petit testicule était de 260 μ, soit du tiers environ de l'organe adulte. L'ébauche du grand testicule postérieur mesurait sur le même sujet 230 μ, ce qui fait à peine la 50[me] partie de la glande entièrement développée.

Le testicule jeune ne possède encore ni glomérule vasculaire, ni membrane d'enveloppe. Le stroma, peu abondant, vascularisé, forme des mailles serrées, difficiles à voir. Les follicules n'existant pas encore, le parenchyme n'offre qu'une seule espèce d'éléments, les cellules germinales de von Erlanger. Ces éléments, pauvres en cytoplasme, présentent cette particularité, que leurs noyaux sphériques, tous de même taille (6,4 μ), renferment de petits grains chromatiques situés à la périphérie, sous la membrane nucléaire.

[1] Il faut remarquer cependant, à propos de la signification des *bouquets pédiculés*, que chez certains Annélides (Polychètes), les éléments spermatiques se développent aux dépens de cellules endothéliales détachées de la paroi des vaisseaux. (D'après Lang, 1898, I, p. 304). — Chez un *Nephelis vulgaris* long de 2 1/2 cm., nous avons reconnu nous-mêmes les ébauches testiculaires à disposition métamérique, sous forme d'éléments pédiculés plongés dans le sang, à l'intérieur des vaisseaux. Il est donc possible que les bouquets observés dans le petit testicule du Lombric soient des éléments spermatiques développés aux dépens de l'endothélium des vaisseaux.

formant, dans les préparations à l'hématoxyline ferrique, un cercle régulier de petits points noirs (fig. 11, 12, 13).

Notons enfin des groupes de cellules en état de cinèse (fig. 14), ainsi que des éléments à 2 ou 3 noyaux (fig. 15), indices d'une prolifération active.

A l'opposé du testicule jeune, l'organe adulte est caractérisé par la présence de nombreux follicules spermatiques qui se montrent pressés en masses compactes, formant la presque totalité du parenchyme, ou qui, flottant librement à l'intérieur des alvéoles, s'apprêtent déjà à émigrer dans le carrefour.

Dérivé de la multiplication d'une cellule unique, le follicule se présente sous la forme d'une masse arrondie ou légèrement aplatie, à surface bosselée, semblable à un amas de petites boules. Ces boules sont les noyaux des cellules spermatiques, tous de même grosseur et de même aspect. Leur mesure (5 μ) est un peu plus faible que celle des noyaux des cellules germinales. La chromatine forme des grains irréguliers disposés en réseau. Un cytoplasme peu abondant, coloré en bleu pâle par l'hémalun, plus pauvre à la périphérie qu'au centre de la colonie, embrasse la base des noyaux et les maintient réunis. Ces masses à noyaux proéminents, à limites cellulaires indécises, correspondent aux formations décrites par Calkins sous le nom de *syncytium*.

Les follicules issus des petits testicules se distinguent par leur forme aplatie, visiblement déprimée. Cet aspect, assez caractéristique, s'explique, croyons-nous, par la compression qu'ils subissent dans les alvéoles au cours de leur développement.

Le nombre des cellules qui composent un follicule est difficile à évaluer. Toutefois nous avons lieu de croire que les petites colonies croissent par progression géométrique, doublant à chaque division le nombre de leurs cellules. Les follicules dont nous avons compté les éléments en avaient les uns 8, d'autres 16, 32 ou 64. Il n'est d'ailleurs point rare de rencontrer des follicules divisés en deux parties, maintenues par un pont protoplasmique et lorsqu'en

tel cas on se donne la peine de compter les cellules, on trouve toujours deux moitiés identiques telles que 32+32, 16+16, 8+8, ou encore quatre groupes égaux (16 + 16 + 16 + 16).

Cette dernière observation prouve qu'il y a, au moins pour une partie des follicules, une phase de dissociation venant après la phase de prolifération. Toutefois cette dissociation ne semble pas aller d'ordinaire au delà du chiffre 8; le nombre des cellules isolées est toujours minime et l'on ne voit pas non plus sur les coupes du petit testicule des éléments pédiculés (provenant de dissociation) comparables à ceux des grands.

Nous concluons de ces faits que la dissociation du follicule en spermatogonies libres, est (si elle se produit jamais) un fait tout à fait exceptionnel[1].

Çà et là se voient au sein du petit testicule des colonies cellulaires (follicules) à l'état de *condensation chromatique*, caractérisées par leurs noyaux contractés semblables à des grains violets, tous de même grosseur, et par leurs corps cellulaires clairs à contour bien net (fig. 10, *fc*). Des éléments de ce genre, annonçant le commencement de la spermatogénèse, ne manquent jamais chez le ver adulte observé dans la saison favorable (de février en octobre).

Par quelle voie les follicules formés dans les petits testicules parviennent-ils dans les carrefours?

On constate sur les coupes que la glande subit à l'époque de maturité une déhiscence plus ou moins complète qui se produit du côté de la surface et affecte spécialement sa partie postérieure. Le parenchyme, jusqu'alors compact, se relâche : des lacunes remplies de follicules libres apparaissent à l'intérieur de l'organe ; la capsule se soulève, des fentes fissurant la surface ouvrent des voies vers l'extérieur. Bientôt la désagrégation gagnant de proche en proche, on voit le contenu des alvéoles s'échapper au dehors et se répandre dans le carrefour.

[1] Il se peut que les follicules issus du petit testicule subissent une dissociation partielle aussi bien que ceux du grand. En ce cas cette dissociation se produirait dans le carrefour après la déhiscence de la glande ; mais dans le carrefour lui-même le nombre des éléments libres est toujours très petit.

II. — Grands testicules.

Les grands testicules (vésicules séminales, d'après HERING) sont le séjour habituel d'une grégarine, *Monocystis lumbrici*, qui altère profondément la structure de ces organes et, par contre-coup, complique beaucoup leur étude. Il est difficile de voir clair dans la nature d'un tissu, qui neuf fois sur dix, est atteint de dégénérescence kystoïde et d'atrophie. Aussi les idées singulières et contradictoires, qui ont cours aujourd'hui encore au sujet des glandes sexuelles du Ver de terre, sont-elles pour une bonne part imputables à ce parasite.

La description suivante a été faite sur un exemplaire qui, chance bien rare, ne contenait pas une seule pseudonavicelle ou psorospermie[1].

Les grands testicules sont ces organes d'un blanc de lait, volumineux, placés à découvert dans la cavité somatique, proéminents des deux côtés du tube digestif, au niveau des segments 9 à 14. Bien plus grands que les petits testicules, gonflés chez le ver adulte de laitance semi-liquide, ce sont eux qui frappent tout d'abord le regard lorsqu'on ouvre l'animal.

Il y a trois paires de grands testicules, une antérieure et une moyenne s'ouvrant dans le carrefour antérieur au niveau des dissépiments 9/10 et 10/11, une postérieure débouchant dans le carrefour postérieur au niveau du dissépiment 11/12. De forme arrondie, le testicule antérieur est plus petit que les deux autres, son diamètre est de 3 mm. seulement; le moyen, oblong, mesure 6 mm.; le postérieur, beaucoup plus gros et allongé, atteint une longueur de 12 mm. Les testicules moyen et postérieur ont une face externe convexe et une face interne déprimée, formant une fossette oblongue limitée par un rebord. Dans la fossette, qui répond à la substance médullaire, se voit par transparence un dessin ramifié répondant aux lacunes internes. Un réseau vasculaire très riche, bien représenté dans l'ou-

[1] Voir la Pl. I publiée dans les C. R. du VIe Congrès zoologique.

vrage de D'UDEKEM (1856), enveloppe les glandes sexuelles et envoie de nombreux rameaux à l'intérieur.

Les rapports des grands testicules avec les dissépiments peuvent être observés sur les coupes longitudinales; de même la disposition des hiles creux et leurs communications avec les carrefours. On voit mieux en revanche sur les coupes transverses la gaine péri-intestinale et les connexions des glandes sexuelles avec la face externe de cette gaine (fig. 5, 6, 7).

Examiné sur la coupe, le grand testicule se montre composé de deux substances : 1° la substance corticale, étalée sur la convexité de la glande, formant à elle seule environ 4/5 de la surface : 2° la substance médullaire, qui est à nu sur la face interne, au niveau de la fossette, et qui, prolongée dans la profondeur, occupe à peu près le tiers de la section. A l'intérieur se trouve un système de fentes (lacunes) qui communiquent entre elles et s'ouvrent dans le carrefour, en formant une sorte de hile à l'endroit où la glande est fixée au dissépiment. Ce dernier épais et musculeux, se partage à ce niveau, embrassant le hile ; prolongé dans la substance médullaire, il lui apporte des fibres contractiles et des vaisseaux.

Remarquons à ce propos que les petits testicules sont attachés aux dissépiments par des hiles pleins, servant seulement de moyens d'union, tandis que les grands testicules sont fixés à ces mêmes cloisons par des hiles creux ouverts dans les carrefours, jouant le rôle de canaux collecteurs.

Pauvre en cellules, constituée par des fibres lisses, des capillaires et quelques fibrilles connectives, la partie médullaire prend sur les coupes colorées à l'hémalun-éosine une nuance rose et, sur les coupes traitées à l'hémalun et le mélange de van Gieson, une teinte brun pâle qui contraste avec la couleur violette du parenchyme.

Plus étendue et plus épaisse, la substance corticale est traversée par un système de cloisons vascularisées qui s'étend de la partie médullaire à la capsule et divise le parenchyme en un grand nombre de loges à disposition radiée. Ces loges sont occupées par les élé-

ments spermatiques. Un espace clair (fente plasmatique, agrandie par l'effet des réactifs?) ménagé le long des cloisons, sépare le contenu d'avec la paroi [1].

La spermatogénèse étant peu avancée chez notre exemplaire, la plupart des éléments sont encore à l'état de follicules compacts, d'un bleu violet uniforme, montrant au fort grossissement des myriades de petits noyaux arrondis, englobés dans un cytoplasme peu abondant. La chromatine nucléaire est à peu près partout disposée en réseau. Çà et là cependant se voient des groupes de cellules à l'état de condensation chromatique, annonçant leur métamorphose prochaine. On remarque en outre des cellales éosinophiles en nombre variable accolées aux follicules ou aux cloisons (voy. § V).

Le développement des grands testicules est relativement tardif. Dérivés de l'épithélium cœlomique, leurs premiers rudiments se voient sur des vers de 5 à 6 cm. (fig. 5) sous forme de deux petites saillies, une droite et une gauche, fixées à la face externe de la gaine péri-intestinale, proéminant dans la cavité somatique, en dehors des carrefours. Sur un ver long de 10 cm., encore très grêle (fig. 8), l'ébauche du grand testicule postérieur prend l'aspect d'un petit bourgeon creux, mesurant 44 sur 36 μ, attaché à la face postérieure du dissépiment 11/12. A l'intérieur se voit une cavité étroite s'ouvrant dans le carrefour postérieur, représentant l'origine du hile creux. La substance médullaire, dérivée d'une évagination du dissépiment, apparaît déjà autour de la cavité sous forme d'un tissu teint en rose par l'éosine, semé de quelques noyaux violets. A la surface s'étend une couche (unique) de petites cellules cubiques représentant l'épithélium germinatif différencié du revêtement cœlomique, dont se formera plus tard le parenchyme cortical. Les noyaux cellulaires qui auront bientôt un diamètre de 6 μ, mesurent actuellement 1,5 à 3 μ.

[1] Neuland (1886) a réussi à démontrer dans les cloisons la présence de larges fenêtres arrondies, au moyen desquelles les alvéoles communiquent les uns avec les autres. (Voy. fig. 2 de cet auteur.)

Une série horizontale, empruntée à un jeune lombric de 8 à 10 cm., nous a montré sept paires d'ébauches testiculaires disposées comme suit (fig. 2 et 3) :

1re ébauche, attenante à la face antérieure du dissépiment 9/10, contenue dans la cavité du 9e segment = *grand testicule antérieur* ;

2e ébauche, attachée à la face antérieure du dissépiment 10/11, contenue dans la cavité du 10e segment. — *disparaît plus tard* ;

3e ébauche, fixée à la face postérieure du dissépiment 10/11, contenue dans la cavité du 11e segment = *grand testicule moyen* ;

4e ébauche, fixée à la face postérieure du dissépiment 11/12, contenue dans la cavité du 12e segment = *grand testicule postérieur* ;

5e ébauche, fixée à la face postérieure du dissépiment 13/14, contenue dans la cavité du 14e segment — *rudimentaire, disparaît plus tard* ;

6e ébauche, attachée à la face postérieure du dissépiment 9/10 = *petit testicule antérieur* ;

7e ébauche, attachée à la face postérieure du dissépiment 10/11 = *petit testicule postérieur*.

Les ébauches 1 et 2, placées assez loin de la ligne médiane, appartiennent à une série externe. Les ébauches 3, 4, 5, placées plus près de la ligne médiane, appartiennent à une série interne. Les ébauches 6 et 7 sont situées dans un plan plus profond que les ébauches 1 à 5 (plus près de la face ventrale) des deux côtés du cordon nerveux. La même série montre encore les deux ovaires fixés à la face postérieure du dissépiment 12/13.

Il y a donc, outre les deux paires de petits testicules, cinq paires d'ébauches répondant aux segments 9, 10, 11, 12, 14. Les ébauches des segments 9, 11, 12 persistent pour former les trois paires de grands testicules, tandis que celles des segments 10 et 14 disparaissent[1].

[1] La présence de glandes sexuelles supplémentaires (parfois de glandes hermaphrodites), chez les jeunes Lombrics, a déjà été signalée par Perrier (1872) et par Woodward (1893).

On voit encore que ces 7 paires d'ébauches appartiennent (d'après leur position) à trois séries différentes :

1° Série externe : 1re et 2e paires de grands testicules ;

2° Série interne située dans le même plan que la précédente : 3e, 4e et 5e paires de grands testicules ;

3° Série interne profonde : petits testicules antérieurs et postérieurs.

Les ébauches des testicules, grands et petits, montraient déjà chez cet exemplaire des follicules différenciés, appartenant pour la plupart aux phases de 8 et de 16 et en partie disséminés dans la cavité du segment. Celle-ci n'était pas encore divisée en loges.

Le fait que le lombric jeune possède deux paires d'ébauches testiculaires en sus de celles de l'adulte est intéressant au point de vue phylogénétique. Il permet de faire un rapprochement entre les Lombriciens et d'autres Annélides (*Hirudo*, *Nephelis*, etc.) qui ont des testicules multiples, d'un type franchement métamérique.

Remarquons à ce propos que les grands et les petits testicules ne sont pas construits sur le même type, les petits étant caractérisés par la présence d'un peloton vasculaire et par leur déhiscence externe, les grands par la présence d'une substance médullaire, de cloisons radiaires mieux marquées et d'une cavité centrale s'ouvrant dans le carrefour. Enfin les produits des deux glandes, bien que formant en définitive des spermies identiques, diffèrent peut-être un peu, en ceci que les follicules formés dans les petits testicules paraissent plus aplatis, plus compacts et moins sujets à se dissocier.

Est-ce que les petits testicules se seraient développés postérieurement pour suppléer à l'insuffisance des grands, si souvent altérés par les grégarines parasites ? Les petits testicules n'ayant pas de hile creux sont, paraît-il, mieux protégés contre l'invasion de celles-ci.

On voit que le grand testicule, observé avant la spermatogénèse, est un organe compact, parenchymateux, offrant bien les caractères d'une glande sexuelle mâle.

Il est vrai qu'avec la maturation des éléments spermatiques, une désagrégation partielle se produit dans le grand testicule aussi bien

que dans le petit. Ici encore on voit les lacunes s'agrandir, les alvéoles dilatés s'ouvrir les uns dans les autres, leur contenu flotter librement à l'intérieur. La seule différence est que la déhiscence, au lieu de s'effectuer à la surface, se fait dans la profondeur, du côté du hile. Incisée dans cette période, la glande laisse écouler une laitance semi-liquide ; on peut donc la comparer à un réservoir qui se vide, mais tout ceci ne change rien à sa nature anatomique. Le grand testicule, même désagrégé et ramolli, n'en reste pas moins un testicule authentique et ne saurait, comme le voulait Hering, être assimilé à une simple vésicule.

III. — Spermatogénèse

Observée au microscope, la laitance du grand testicule montre une quantité prodigieuse d'éléments spermatiques à tous les degrés de développement. Le regard est frappé tout d'abord par la présence de nombreuses *morules spermatiques* (*spermatosphères* ou *blastosphères* de Bloomfield), remarquables par leur régularité et leur élégance.

Ces morules offrent ceci de particulier que leurs éléments, tous de même dimension et de même aspect, sont rangés avec une symétrie parfaite autour d'une boule protoplasmique centrale, connue sous le nom de *cytophore*, *spermatophore* ou *blastophore*[1]. (fig. 41-48.)

On distingue de jeunes morules portant des spermatocytes peu nombreux, renflés, piriformes, des morules plus avancées, offrant des éléments allongés (spermatides), ordinairement au nombre de 128 ou bien, plus grêles et déliés, des groupes de zoospermes mûrs, rangés autour de leur boule comme les rayons d'un petit soleil, avec les têtes en dedans et les queues en dehors. Un examen plus attentif fait découvrir enfin des follicules à divers degrés de développement, des groupes d'éléments pédiculés unis les uns aux autres par leurs pédicules, des éléments libres (peut-être détachés d'autres groupes),

[1] Termes introduits, le premier par La Valette Saint-Georges, les derniers par Ray Lankester et Bloomfield.

ainsi que des cellules nourricières, éparses au milieu des morules et des zoospermes. C'est dans ce mélange de formes si diverses qu'il faut choisir les éléments favorables à l'étude de la spermatogénèse et chercher à en débrouiller les diverses phases. L'étude des produits issus des petits testicules permet d'observer également divers stades de la spermatogénèse, mais comme on est forcé de recourir presque exclusivement à la méthode des coupes (à cause de l'exiguité de ces glandes), les petits testicules donnent un matériel moins favorable que les grands.

Nous avons eu recours à deux procédés principaux : 1° la fixation et la coloration de la laitance étalée sur la lamelle ; 2° la méthode des coupes. C'est le premier de ces procédés (frottis) qui donne les résultats les plus favorables. En effet, dans la méthode des coupes, le coup de rasoir peut entamer les morules : on ne sait jamais si l'on a affaire à des groupes entiers ; tandis que la fixation sur la lamelle permet d'obtenir les blastosphères tout à fait intactes, de compter les cellules et de suivre leurs transformations. Les meilleures préparations ont été obtenues par la fixation dans le sublimé acétique et la coloration par l'hémalun et l'éosine, par la fixation dans le liquide de Hermann ou encore par la fixation dans le liquide de Flemming et la tinction dans l'hématoxyline ferrique.

Voici le détail des manipulations : 1° frotter légèrement sur une lamelle couvre-objet le testicule frais, incisé, tenu au bout d'une pince ; 2° faire flotter la lamelle sur le fixatif versé dans un verre de montre, pendant 5 minutes si c'est du sublimé acétique, pendant 2 à 3 heures si l'on choisit le liquide de Flemming ; 3° immerger pendant 2 heures ou plus (*ad libitum*) dans l'alcool à 80 °/₀ (iodé, si l'on a employé le sublimé) ; 4° faire flotter sur l'hémalun de P. Mayer pendant 10 minutes ; 5° laver dans l'eau de fontaine ; 6° immerger dans l'éosine 1 °/₀ pendant quelques minutes ; 7° alcool ordinaire ; 8° alcool absolu ; 9° xylol ; 10° baume du Canada.

La méthode sèche nous a donné de moins bons résultats par le fait que le passage à la flamme altère les cellules et les noyaux ; de

même le traitement par le chloroforme ou l'alcool absolu. Ainsi des préparations qui avaient été traitées par le chloroforme et paraissaient réussies, révélèrent ensuite une altération particulière des noyaux ; les grains de nucléine étaient devenus diffluents ; il était dès lors impossible d'observer les chromosomes et de les compter ; de même après la fixation par l'alcool absolu ; en revanche nous avons constaté que le traitement par le chloroforme rend les corpuscules juxtanucléaires beaucoup plus distincts.

Pour les coupes, nous avons utilisé de préférence la fixation dans le liquide de Gilson renforcé (sublimé 15, ac. azotique 7.5, ac. acétique 2.5, alcool à 60° 0/50, eau dist. 450), l'enrobage dans la paraffine, le collage à l'eau tiède et la tinction à l'hématoxyline et l'éosine.

Nous distinguons deux modes : 1° La spermatogénèse procédant d'une dissociation du follicule, suivie de multiplication (segmentation) ; 2° La spermatogénèse procédant de la transformation directe du follicule en morule, sans dissociation préalable.

Toutefois, comme les deux modes se confondent souvent l'un avec l'autre, nous traiterons des deux en même temps et nous bornerons à indiquer, chemin faisant, les traits principaux qui les distinguent.

Une étude attentive montre que les groupes d'éléments pédiculés contenus dans la laitance procèdent d'ordinaire de la dissociation des follicules. La plupart des préparations offrent, au milieu de colonies compactes, quelques follicules divisés en deux moitiés égales, tenant l'une à l'autre par un pont protoplasmique[1] (fig. 31, 32, 40). Au processus qui produit la division s'ajoute un travail de dissociation. Il semble que la cohésion des éléments se relâche. Le cytoplasme central, jusqu'alors compact, se sépare en traînées (pédicules) allant d'une cellule à l'autre. Les cellules « pédiculées » se séparant par petits groupes, chaque follicule finit par se résoudre en fractions secondaires de 32, 16, 8, rarement de 4 et de 2, parfois peut-être en spermatogonies libres (?) Nous concluons de ces faits que les

[1] Un exemple de ce genre est figuré déjà dans le mémoire de Bloomfield (**1880**), fig. 29 *bis*).

groupes d'éléments pédiculés qui flottent dans la laitance proviennent pour la plupart de la dissociation des follicules, plutôt que de la multiplication d'éléments isolés.

Voyons maintenant quelle est la destination ultérieure de ces formations.

On trouve dans la plupart des préparations, à côté des éléments pédiculés décrits ci-dessus, d'autres groupes cellulaires semblables aux précédents, mais différant en ceci que leurs éléments montrent tantôt des incisions radiaires, tantôt des noyaux en voie de cinèse, indices manifestes d'une prochaine division. La planche III, publiée dans les Comptes Rendus du VI[e] Congrès zoologique, offre plusieurs exemples de ce genre. On voit des follicules de 16 partagés en deux moitiés, ainsi que divers groupes issus de dissociation, dans lesquels les cellules, divisées par une incision très nette, annoncent le passage au nombre double.

D'autres amas dessinés dans le présent mémoire (fig. 29, 34 et 37) portent eux aussi des incisions radiaires plus ou moins profondes.

Citons encore comme exemples de divisions cinétiques les figures 27 et 28 qui offrent deux groupes de 8 en train de doubler leurs éléments et montrent clairement les noyaux en voie de division (anaphase).

Nous aurons donc à distinguer les groupes cellulaires provenant de dissociation et les groupes cellulaires provenant de multiplication. Avouons toutefois que cette distinction est souvent difficile à établir ; ainsi quand les incisions radiaires, devenues plus profondes, ont opéré la division complète, ou lorsque les cellules, précédemment en voie de cinèse, sont déjà revenues à l'état de repos. Il est dans les cas de ce genre presque impossible de dire si l'on a affaire à un groupe issu de dissociation ou à un groupe provenant de multiplication. Au surplus, nous avons lieu de croire que les deux processus, dissociation et multiplication, peuvent « interférer » l'un avec l'autre, en ce sens qu'un groupe de 8 par exemple, issu d'une dissociation, pourra

dans certaines circonstances subir de suite après une division cinétique et former un groupe de 16.

Ayant fixé par la photographie et le dessin l'image des diverses formes observées, nous sommes parvenus à distinguer, à partir de la cellule germinale :

1° Une série de divisions qui, se succédant d'ordinaire par progression géométrique, donnent lieu à la formation de follicules de 16, 32, 64, 128 cellules (ou davantage encore), unies par de courts pédicules dirigés vers le centre ;

2° Une période de dissociation qui ramène les follicules de 128 et 64 à des groupes de 32 ou 16 cellules (nombre normal), exceptionnellement à des groupes de 8, 4 et 2, ou à des éléments libres (?) ;

3° Une phase de prolifération qui peut dans certains cas (avant la spermatogénèse), porter un groupe de 2, 4 ou 8 au chiffre de 16 ou 32 ;

4° Une nouvelle phase de multiplication au cours de laquelle le groupe de 32, transformé en spermatocytes I, engendre la morule à 64 spermatocytes II et enfin la morule définitive à 128 spermatides (nombre normal).

Exceptionnellement les spermatides peuvent se montrer sur une morule à 64, 32 et même 16 cellules, auquel cas les spermatocytes I ont dû se former déjà sur des groupes de 16, 8 ou 4. Parfois, en revanche, on rencontre des morules chargées de 256 spermatides, issues dans ce dernier cas d'un groupe de 64[1].

La numération des éléments se fait au moyen de la chambre claire. On dessine exactement les cellules et c'est sur le papier qu'on les compte. La photographie peut rendre le même service, à condition que la préparation soit assez aplatie, pour que tous les éléments se trouvent dans un plan unique. Bloomfield, qui a essayé de compter les cellules sous le microscope, n'est pas allé au delà du chiffre 16.

Nous avons la preuve que toutes les cellules d'un même groupe se segmentent simultanément, en d'autres termes que la progression

[1] Voir les Comptes Rendus du VI[e] Congrès zoologique. Pl. IV.

est régulièrement géométrique, dans le fait que lorsqu'on prend la peine de compter, on trouve presque toujours les nombres indiqués 16, 32, 64, 128, 256 et non des nombres intermédiaires. Si parfois le chiffre obtenu est un peu plus faible, c'est alors que la division n'était pas tout à fait achevée, quelques cellules étant encore en voie de cinèse. Les cas de ce genre sont d'ailleurs exceptionnels et l'on voit d'ordinaire beaucoup plus de morules à l'état de repos qu'à l'état de division. On constate en outre que les cellules appartenant à la même spermatosphère sont, dès qu'une phase est terminée, toutes au même degré de développement, et qu'elles gardent ce caractère jusqu'à ce qu'une nouvelle segmentation intervienne. L'ensemble de ces observations prouve que la division cinétique s'effectue rapidement et simultanément dans tous les éléments d'un même groupe.

Un autre fait digne de remarque est que la segmentation des cellules spermatiques s'effectue toujours dans un plan radiaire par rapport au centre de la colonie (fig. 27 et 34). Les éléments nouvellement formés se placent ainsi tout naturellement les uns à côté des autres, rayonnant autour du centre. La division se prolongeant jusqu'au pédicule et le bifurquant en deux branches, les deux cellules-filles restent nécessairement attachées à celles-ci. Il y a là une loi importante, une règle d'une portée générale pour cette classe d'animaux. C'est en effet la succession des divisions radiaires répétées dans plusieurs phases successives, qui détermine la formation de ces morules d'un type si élégant et régulier. Or cet arrangement des éléments en forme de morule ou spermatosphère est bien le trait distinctif de la spermatogénèse des Annélides, le caractère qui, au point de vue de notre étude, confère à cette classe un intérêt spécial[1].

Les follicules qui se préparent à la spermatogénèse sont le siège

[1] Les testicules de la sangsue médicinale nous ont donné des morules spermatiques semblables à celles du Lombric, mais plus volumineuses, et formées d'éléments plus petits et plus serrés (au nombre de 256 ou de 512).

Les éléments spermatiques de Clitellio dessinés par CLAPARÈDE (1861) et JENSEN (1883), ceux d'Alcyonella étudiés par KOROTNEFF (1888) offrent encore des formes similaires.

Les spermatides des Turbellariés sont portés également par une sphère centrale (JENSEN, 1883) ; de même ceux des Trématodes (MONTICELLI, 1892).

d'un phénomène intéressant désigné sous le nom de *condensation chromatique* (fig. 38, 39). L'état condensé consiste en ceci qu'au lieu de granules clairsemés, épars sur un réseau, le nucléus renferme une masse chromatique compacte colorée par l'hémalun en violet foncé. Le diamètre du noyau condensé = 3,3 μ (au lieu de 5 μ). Le cytoplasme, jusqu'alors bleu pâle, mal délimité, a changé lui aussi. Un peu agrandi, il est devenu hyalin, complètement incolore et offre un contour polygonal beaucoup mieux marqué [1]. Peut-être la substance colorable du cytoplasme se dépose-t-elle en même temps sur le noyau et à la périphérie de la cellule. On remarque en outre que la masse totale de la chromatine s'est notablement augmentée, lors même que le noyau n'a pas grossi.

Les follicules à l'état condensé se distinguent donc d'avec les follicules immatures : 1° en ce que dans chaque noyau la chromatine est réunie en un amas compact, semblable à un grain violet ; 2° en ce que chaque cellule offre un cytoplasme hyalin à contour très net ; 3° en ce que les noyaux ne proéminent plus à la surface comme dans les follicules jeunes, mais se trouvent à l'intérieur du cytoplasme.

L'état condensé s'observe surtout sur les follicules de 32, parfois sur les follicules de 16. On le rencontre également chez de jeunes morules ou sur des groupes d'éléments pédiculés (issus de dissociation), lorsqu'ils sont prêts à se transformer. La condensation affectant simultanément toutes les cellules d'un même groupe, les colonies qui ont subi cette métamorphose tranchent vivement sur la masse des autres éléments. La coupe des testicules mûrs, grands et petits, montre constamment (pendant la belle saison) quelques amas de ces noyaux « condensés » ressortant par leur couleur foncée sur le parenchyme lilas clair.

L'emploi de forts grossissements montre que la chromatine condensée n'est pas homogène, mais se compose elle-même

[1] Des faits de ce genre ont été observés par Flemming. Voyez encore Solger, (Zelle und Zellkern, 1892), Regaud (1899, p. 9).

de petits blocs arrondis (chromosomes), formant un amas serré d'aspect mûriforme (fig. 21, 28, 30, 32, 33, 36).

On distingue des noyaux condensés à masse chromatique plus grande mesurant 3,3 μ (*gros grain*, fig. 38) et des noyaux condensés à masse chromatique plus petite (*petit grain*, fig. 39) mesurant 2 μ seulement[1].

L'état condensé correspondant vraisemblablement à la prophase de la mitose, la cellule à gros grain représente, semble-t-il, le spermatocyte de premier ordre au moment où il va se diviser. La cellule à petit grain répondrait au spermatocyte de deuxième ordre observé lui aussi avant la cinèse. Toutefois comme la spermatide renferme une masse de nucléine plus petite encore, plus condensée et déjà un peu allongée (ovalaire), il y aurait lieu peut-être de distinguer le « gros grain » correspondant au noyau du spermatocyte I, le « grain moyen » moins compact, encore arrondi, répondant au noyau du spermatocyte II et le « petit grain », plus dense et allongé, qui caractériserait le noyau de la spermatide. On voit en effet dans la plupart des préparations des colonies à l'état condensé offrant des « grains » de diverses grosseurs et de forme plus ou moins allongée. Il faut en outre marquer une différence entre les deux premières condensations, dans lesquelles le noyau observé à un grossissement suffisant se montre constitué par un amas mûriforme de chromosomes plus ou moins distincts (prophases) et la condensation définitive, propre à la spermatide, dans laquelle les chromosomes sont entièrement fusionnés.

Un fait qu'il importe de constater est que les spermatocytes de premier ordre prêts à se transformer ne sont (contrairement à ce qu'on

[1] La masse chromatique entière est désignée sous le nom de *grain*, parce que les follicules à l'état de condensation offrent dans chacune de leurs cellules un amas foncé semblable à un grain compact. Remarquons à ce propos que la condensation chromatique n'est point un fait nouveau, spécial aux Annélides, mais un phenomène d'un caractère général qui se produit au cours de la spermatogénèse chez la plupart des animaux (Insectes, Amphibiens, Reptiles, Mammifères, etc.) et peut entre autres être facilement observé chez la Grenouille, le Crapaud et le Triton. Toutefois c'est bien dans les préparations empruntées au Lombric que les colonies à l'état condensé ressortent le plus nettement au milieu des autres.

observe chez les animaux supérieurs) pas plus volumineux que les éléments des phases qui précèdent. Au contraire leur taille est plutôt moindre et leur noyau plus petit. La mesure du noyau de la spermatogonie étant 5 — 6.4 μ, celle du noyau du spermatocyte I égale seulement 3.3 μ. Il y a bien, semble-t-il, une augmentation de la masse nucléinienne lorsque celle-ci passe de l'état rétiforme à l'état condensé, mais cette augmentation coïncide avec une diminution de la cellule et de son noyau.

La réduction chromatique qui se produit au cours des deux dernières cinèses a été décrite par CALKINS (**1895**).

On compte dans le noyau mûriforme du spermatocyte de premier ordre 64 chromosomes, parfois répartis en 16 tétrades (fig. 50) et dans le noyau du spermatocyte de deuxième ordre 32 chromosomes ou 16 groupes de 2 (fig. 51). Il y aurait dans le noyau de la spermatide 16 chromosomes simples (d'après CALKINS). Nos observations concordent à peu près avec celles de l'auteur américain. Nous avons remarqué toutefois que les spermatocytes I renferment le plus souvent des chromosomes doubles (tétrades dissociées), puis que dans les spermatides la condensation est généralement trop avancée pour qu'on puisse compter les grains.

Notons encore, qu'observé à un grossissement suffisant, le noyau de la spermatide offre souvent une quantité de petits granules paraissant résulter d'une sorte de pulvérisation de la substance chromatique (fig. 53 et 54). A cette phase succèderait la condensation définitive déjà mentionnée ci-dessus.

Passons à l'étude des différentes formes observées.

1. SPERMATOGONIES LIBRES. — La question de savoir, s'il y a chez le Lombric des spermatogonies libres, n'est pas encore résolue d'une manière certaine. Nous avons observé parfois dans la laitance du grand testicule des cellules spermatiques isolées, mais il est en pareil cas difficile de dire s'il s'agit d'une spermatogonie libre ou d'un élément détaché accidentellement d'un groupe pluricellulaire. Notre impression est que la dissociation du follicule en spermatogonies

libres est, si elle se produit quelquefois, un fait exceptionnel et anormal.

Les éléments représentés fig. 12-15 paraissent être des cellules germinales (destinées à former des follicules), plutôt que des spermatogonies libres.

2. Groupe de 2 (fig. 16-17). — Cette phase s'observe rarement. Nous avons vu quelquefois deux spermatogonies piriformes, unies l'une à l'autre par un pédicule commun grêle et allongé. Des éléments de ce genre (dyades) doivent, semble-t-il, se former, par segmentation de la spermatogonie libre. Il se peut toutefois, à en juger par les inégalités du pédicule (fig. 17), que quelques-unes des formes observées proviennent de la dissociation d'un groupe multiple. Bloomfield qui a déjà décrit le groupe de 2, figure deux cellules accolées par une large surface (**1880**, fig. 19, 20). N'ayant pas vu de formes semblables, nous ne pouvons dire si le groupe binaire dessiné par cet auteur était réellement résulté d'une division cellulaire [1].

3. Groupe de 4 (fig. 19-21). — Nous avons rencontré à plusieurs reprises des groupes de 4 spermatogonies disposées en croix, unies par leurs pédicules, dérivés vraisemblablement de la dissociation des follicules. Des groupes similaires, formant une élégante tétrade, peuvent aussi se former par segmentation d'un groupe de 2. Une de nos préparations présente un exemple de ce genre (fig. 18). C'est un groupe de 3 qui est résulté sans doute de la segmentation partielle d'un groupe de 2 et qu'une deuxième division va transformer en tétrade ; l'une des cellules renferme en effet un noyau double. Les trois spermatogonies sont piriformes, unies par leurs pédicules. Leurs noyaux arrondis (6,4 μ) offrent un beau réseau nucléaire, avec de petits granules groupés en amas plus denses sur les points nodaux.

4. Groupe de 8 (fig. 23-25). — Plus fréquent dans les préparations

[1] Des groupes binaires pédiculés, semblables à ceux du Lombric, ont été observés par Gilson dans la spermatogénèse de divers Insectes (**1885**, fig. 295), et par Monticelli dans celle des Trématodes (**1892**, pl. VIII).

que ceux de 2 et de 4, le groupe de 8 n'a pas encore de blastophore, mais seulement des pédicules centraux unissant les éléments les uns aux autres. Il est, comme dans les cas précédents, difficile de distinguer les groupes provenant de multiplication d'avec les groupes provenant de dissociation. Un de nos dessins montre une colonie de 7 (fig. 22), résultant, semble-t-il, de la division incomplète d'une tétrade ; on remarque sur l'un des côtés une cellule à noyau double plus grande que les autres ; les corps cellulaires sont piriformes ; les noyaux arrondis (6,4 μ), tous de même aspect, offrent un réseau chromatique semblable à celui des groupes de 4. La figure 27 présente huit éléments en voie de division cinétique (anaphase). Les cellules piriformes mesurent 11,4 μ dans le sens de la longueur ; les pédicules sont déliés ; sur l'un de ceux-ci se voit un petit amas de protoplasme représentant peut-être le blastophore au début. La figure 28 offre un autre groupe de 8 cellules en voie de division (anaphase), avec des chromosomes plus distincts.

5. Groupe de 16 (fig. 29-33). — Assez répandu dans les préparations, le groupe de 16 se présente sous deux formes différentes. Dans l'une d'elles (fig. 31, 33), provenant probablement de dissociation, les cellules, longues de 16-19 μ, en forme de massue, sont unies les unes aux autres par des pédicules déliés ; le diamètre des noyaux est de 6,4 μ comme dans les groupes précédents. Dans l'autre (fig. 30), les cellules moins allongées (8-9 μ) constituent un amas plus serré et plus compact (follicule non dissocié). Les cellules de cette seconde forme sont parfois déjà à l'état condensé (spermatocytes I) : il n'y a le plus souvent pas encore de blastophore. Une de nos préparations (fig. 34) offre un groupe de 16 en train se segmenter pour passer à la phase de 32 ; les noyaux sont en anaphase ; les divisions cellulaires, déjà bien marquées, se font comme toujours dans la direction radiaire et vont de la périphérie à la base du pédicule.

6. Groupe de 32 (fig. 34-38). — Plus fréquent que les précédents, le groupe de 32 offre la même disposition que ceux de 16 et de 8 ; c'est dire que les cellules, en forme de massue, sont unies les unes aux

autres par des pédicules déliés et qu'il n'y a d'ordinaire pas encore de blastophore.

On trouve souvent des groupes de 32 qui paraissent provenir de la division d'un follicule de 64 (Pl. IV des C. R. du VIe Congrès zoologique). Les noyaux sont ordinairement à l'état condensé (spermatocytes de 1er ordre se préparant à la cinèse). Nous avons lieu de croire que les colonies de ce genre se multiplient à leur tour par division cellulaire et forment des morules de 64, sans subir de dissociation ultérieure (2e mode).

Le groupe dessiné figure 37, avec ses profondes fissures radiaires, paraît au contraire dérivé de la segmentation d'un groupe de 16. L'aspect diffluent de la nucléine est dû à l'effet des réactifs (alcool absolu).

7. Groupe de 64 (fig. 39-43). — Cette forme diffère des précédentes en ce que la boule protoplasmique ne manque jamais. Semblable à une framboise ou à une mûre chargée de petites baies, la colonie parvenue à ce stade mérite bien le nom de *morula* qui lui a été donné. La boule centrale (blastophore) est formée d'un protoplasme granuleux offrant, dans les préparations à l'hémalun-éosine, la teinte rose lilas des substances cytoplasmiques. Cette masse est donc assez nettement éosinophile. Ne renfermant pas de noyau, le blastophore du Lombric n'est certainement pas une cellule, mais paraît se former plutôt par afflux du cytoplasme dans les pédicules, fusion de ceux-ci et gonflement consécutif en forme de boule.

Les sphères protoplasmiques, observées après fixation sur la lamelle (fig. 41-33) paraissent généralement un peu déformées, à contour indécis. Leur diamètre varie de 22 à 24 μ. Sur les coupes, au contraire (fig. 45), après fixation dans le liquide de Gilson, le blastophore se montre exactement sphérique (diamètre 30-36 μ) et sa surface limitée par un trait bien net répondant vraisemblablement à une condensation de la couche superficielle. A l'intérieur se voient quelques stries radiées convergeant vers le centre, représentant sans doute les restes des pédicules. La coupe dessinée figure 45 offre, comme on voit, 29 spermatides sur le pourtour du blastophore, mais

il est clair que la morule entière devait en porter un plus grand nombre.

Les éléments de la phase à 64 (spermatocytes de 2e ordre ou spermatides) sont allongés en forme de larmes bataviques, avec des pédicules déliés qui pénètrent à l'intérieur de la boule centrale. Parfois les cellules offrent déjà un court flagellum, preuve qu'elles vont se transformer en spermies, sans se segmenter. Un de nos dessins montre une morule à 64 chargée de spermatides typiques (fig. 47).

8. Groupe de 128 (fig. 46-48). — La morule à 128 est l'une des plus communes. Dérivée de la division des cellules du groupe de 64, elle représente d'ordinaire la dernière phase de prolifération des éléments spermatiques. Le blastophore est semblable à celui de la morule à 64, peut-être même un peu plus grand. Les cellules (spermatides), plus allongées, sont portées sur un pédicule long et délié. Les noyaux, qui se trouvent à l'état de condensation chromatique, sont en forme de larmes effilées du côté interne, d'un violet foncé homogène. Au pôle extérieur de la cellule se voit d'ordinaire un petit prolongement en rapport avec la formation du segment intermédiaire et du flagellum, et à la base de ce prolongement une macule, plus ou moins distincte, colorée en lilas (corpuscule juxtanucléaire distal ou archoplasma).

La figure 44 offre un exemple de cette phase. On remarque le pédicule délié, inséré sur le blastophore, le noyau piriforme, allongé en pointe du côté interne, le cytoplasme de couleur lilas, amassé au côté opposé de la cellule, et, se détachant de celle-ci, le prolongement mentionné ci-dessus avec le corpuscule distal.

La figure 46, dessinée d'après une préparation un peu déformée par la fixation à l'alcool, montre les queues des spermatozoaires qui se détachent de la périphérie sous forme de filaments très fins et déliés, à peu près incolores.

La figure 47 (bien qu'appartenant à un groupe de 64) présente des spermatides plus avancées, prêtes à se transformer en spermatozoaires et offrant quatre segments distincts caractérisés comme suit :

1° une partie amincie, incolore (base du pédicule), rattachant la tête au blastophore, dans laquelle on reconnaît déjà le perforateur; 2° la tête, encore renflée dans sa partie interne, rétrécie dans sa partie externe, formée de nucléine condensée, de couleur violette; 3° le segment intermédiaire court, peu distinct, plus clair que la tête, constamment enveloppé dans cette phase d'une masse protoplasmique ovalaire, légèrement teintée de rose (archoplasma); 4° le flagellum très long et délié, presque incolore, souvent à peine visible.

Les figures 48, 52-56 donnent les dernières transformations de la spermatide et son amincissement graduel.

Groupe de 256. — Cette forme exceptionnelle (pl. IV des C. R. du congrès) a été observée chez un Lombric de grande taille disséqué le 10 septembre 1904. La laitance du grand testicule offrait un grand nombre de morules de ce genre, mêlées à des follicules de 64 et de 32 (16 + 16), mais aucun groupe en dessous de ce dernier chiffre. Ces morules à 256 dérivent probablement de gros follicules à 64 éléments (spermatocytes I).

Appliquant au Lombric les termes usités dans la spermatogénèse en général, nous nommons : 1° *Epithélium germinatif*, les cellules primordiales dérivées de l'épithélium cœlomique, qui revêtent les bourgeons testiculaires;

2° *Cellules germinales* [1], les éléments du testicule issus de la prolifération de l'épithélium germinatif;

3° *Follicule spermatique* ou *spermatogemme*, le groupe cellulaire dérivé de la multiplication d'une cellule germinale;

4° *Spermatogonies*, les cellules résultant de la dissociation du follicule, ou bien, si la dissociation n'a pas lieu, les éléments qui se transforment en spermatocytes sans se diviser à nouveau;

5° *Spermatocytes de 1er ordre*, les éléments spermatiques de la phase de segmentation qui précède l'avant-dernière;

[1] Gilson (1885) désigne les cellules germinales des Arthropodes sous le nom de métrocytes et les follicules sous le nom de colonies de métrocytes. Jensen (1883) désigne le follicule des Annélides sous le nom de spermatogemme.

6° *Spermatocytes de 2e ordre,* les éléments de l'avant-dernière phase de segmentation ;

7° *Spermatides,* les cellules de la dernière phase, en d'autres termes, les éléments qui se transforment en zoospermes sans subir de segmentation ultérieure.

Nous avions essayé d'abord de distinguer les phases d'après le nombre des éléments ; la phase à 32 correspondait aux spermatocytes I, la phase à 64 aux spermatocytes II, la phase à 128 aux spermatides ; mais on voit bientôt qu'une classification basée sur le nombre des éléments ne répond pas aux phases cellulaires réelles

Ainsi l'apparition des spermatides, qui coïncide d'ordinaire avec le stade à 128, peut se faire par exception dès la phase à 64, quelquefois dès les phases à 32 et 16, ou encore être observée sur un groupe de 256.

Nous avons reconnu, comme avant nous JENSEN, CALKINS et VON ERLANGER, un corpuscule situé au pôle externe du noyau (*C. juxtanucléaire distal* ou *archoplasma* fig. 31, 42, 44), et un autre situé au pôle interne par rapport au blastophore (*acrosome, corpuscule procéphalique*). L'archoplasme se voit dans les cellules appartenant aux groupes de 2, 4, 8, 16, etc., sous forme d'une petite masse ovalaire ou transverse, placée auprès du pôle distal, distincte du cytoplasme par sa couleur lilas un peu plus foncée. Dans les préparations traitées par le chloroforme ou l'alcool absolu, il prend l'aspect d'une vésicule claire, plus grande et mieux définie. Ce petit corps n'occupe toutefois la position indiquée que dans les cellules au repos (fig. 17, 20, 23, 25, 26, 29 et 31). Pendant les cinèses au contraire, l'archoplasme s'étant dédoublé, on voit apparaître deux grains arrondis qui se colorent en lilas par l'hémalun-éosine et occupent d'ordinaire une position un peu asymétrique sur les côtés du fuseau. On ne peut confondre ces grains avec les centrosomes, granules beaucoup plus petits, placés aux extrémités de ce dernier. La division en deux cellules-filles s'étant opérée, chacun des corpuscules archoplasmiques se place de nouveau au pôle distal.

On retrouve l'archoplasme dans la dernière phase (spermatide) sous forme d'une masse ovalaire située au pôle distal du noyau (fig. 47, 48), ou un peu en dehors de ce dernier (fig. 53, 54). Les préparations à l'hématoxyline ferrique montrent encore deux ou trois grains noirs englobés dans l'archoplasme, dont un plus gros et plus constant situé à la base du flagellum (fig. 47, 52-55).

CALKINS et VON ERLANGER admettent avec raison, semble-t-il, que l'archoplasme persiste dans le segment intermédiaire du zoosperme ; les grains noirs seraient les centrosomes qui entrent comme on sait dans la constitution de ce segment. Les centrosomes d'un autre genre de Lombric (*Allobophora*) ont été décrits également par Mlles K. FOOT et E.-C. STROEBELL (**1902**).

Quant au corpuscule procéphalique, nous l'avons vu distinctement sur les préparations fixées au moyen du chloroforme ou de l'alcool absolu, spécialement sur les cellules pédiculées appartenant aux groupes de 8 et 16 (fig. 31). Plus tard, lorsque les spermatides s'allongent, ce granule est sans doute contenu dans la base du pédicule, à l'endroit où celui-ci s'insère sur le noyau, mais il ne nous a pas été possible de le distinguer jusqu'à la dernière phase. Nous admettons avec les auteurs précités que le corpuscule procéphalique concourt, avec la base du pédicule, à former le perforateur du zoosperme[1].

[1] Un intéressant travail publié par DEPDOLLA (**1905**) pendant l'impression de notre mémoire, donne de nouveaux détails sur la formation des centrosomes chez le Lombric. La spermatide, lisons-nous dans le r sumé de cet auteur p. 548, renferme une vésicule claire (sphere, idiozome) placee au pôle anterieur de la cellule et un amas finement granuleux placé au pôle postérieur. Ce dernier designe sous le nom d'*amas mitochondrial* contient les deux centrosomes, dont l'un est accole à la membrane nucléaire et l'autre à la paroi de la cellule. Entre deux se voit un filament très fin tendu de l'un à l'autre. Les centrosomes ont d'abord la même grosseur que dans les mitoses. Bientôt le centrosome proximal, s'allongeant dans le sens transverse, forme un petit bâtonnet tangent à la membrane du noyau. Ce bâtonnet se transforme ensuite en un corpuscule conoïde dont la base repose toujours sur la membrane nucléaire tandis que que la pointe se porte du côté du centrosome distal et finit par se souder avec lui. Enfin le corpuscule issu de la soudure des deux centrosomes s'étire en un bâtonnet long de 1 à 1,5 μ, très chromophile, qui occupe l'intervalle compris entre le noyau et le flagellum et forme la partie centrale du segment intermédiaire. Celui-ci comprendrait donc une partie centrale de nature centrosomale et une enveloppe de substance mitochondriale.

Le troisième corpuscule observé par Mlles Foot et Stroebell au pôle distal du noyau représenterait, de même que le grain basal (situé à la base du perforateur) un simple épaississement de la chromatine nucléaire.

Parvenus à l'état de maturité, les zoospermes se détachent du blastophore et flottent librement. On les trouve dès ce moment en grand nombre dans les carrefours, épars au milieu des morules, des parasites, de débris divers. Contrairement à ce qu'on observe chez les Insectes, Mollusques, etc., ils ne forment jamais de faisceaux. C'est donc libres et isolés, qu'entraînés par le battement des cils, ils pénètrent dans les pavillons. Quant à la boule protoplasmique, elle persiste quelque temps encore, puis s'atrophie peu à peu et finit par disparaître. Certaines préparations offrent un grand nombre de ces boules libérées de leurs spermatides, semées çà et là, plus ou moins déformées.

L'atrophie du blastophore se révèle par la présence de vacuoles, par sa couleur violacée plutôt que rose, par sa surface déchiquetée, surtout par ses dimensions de plus en plus réduites. Les cellules éosinophiles, que l'on trouve parfois appliquées sur les boules protoplasmiques, contribuent peut-être (avec les grégarines) à leur résorption complète.

Quant au rôle du blastophore, nous pensons avec la plupart des anatomistes, qu'il sert en même temps à porter les spermatides et à les nourrir. Sa signification serait celle de la cellule pédieuse, de la cellule sertolienne, de la cellule nourricière en général.

On connaît les intéressantes théories de Prenant (**1892**), de K. Peter (**1898**). La présence d'une cellule nourricière serait rendue nécessaire par le fait que les éléments en voie de condensation chromatique sont désormais incapables de commander les échanges nutritifs. Chez le Lombric, le blastophore commence d'ordinaire à se montrer lorsque le nombre des cellules a atteint le chiffre de 64, en d'autres termes lorsque les cellules se trouvent à l'état de spermatocytes II. La condensation nucléinienne atteignant son apogée dans le stade des spermatides, c'est en vue de cette étape difficile, défavorable au point de vue de l'assimilation, que la sphère centrale devait se former.

Mais comment une boule protoplasmique privée de noyau peut-

elle diriger des échanges? Et quel avantage trouveraient les cellules qui engendrent cette boule à lui donner leur cytoplasme, pour le lui redemander ensuite?

Il faut croire que le blastophore est commandé, au point de vue de son accroissement, par les 64 noyaux qui l'entourent. On peut admettre encore qu'il prend dans la lymphe qui le baigne plus de matériaux nutritifs que dans les cellules. Le fait est que, du moment où elle commence à se montrer, la boule nourricière atteint rapidement son volume définitif et qu'elle se maintient ainsi pendant l'élaboration des spermies, tandis que, son rôle achevé, elle ne tarde pas à disparaître.

IV. — Le Spermatozoaire.

Allongée et filiforme, la spermie du Lombric offre une forme courte, mesurant 40 μ et une forme longue qui a de 80 à 86 μ, soit deux fois à peu près la longueur du zoosperme humain. La forme courte procède, croyons-nous, de morules à 256 ou 128 (portant des spermatocytes plus petits) et la forme longue de morules à 64 ou 32 (portant des spermatocytes plus grands[1]). On observe toutefois de nombreux intermédiaires entre ces deux formes[2]. Les spermies se trouvant par milliers dans les carrefours séminaux, ainsi que dans les pavillons et les canaux déférents, il est facile dans la belle saison surtout (de février en octobre) de les recueillir en nombre au moyen d'une pipette.

Observés à l'état frais, les zoospermes ne montrent que deux parties distinctes : la tête allongée en forme de bâtonnet, plus épaisse et réfringente et le flagellum trois fois environ aussi long que la tête, mais plus grêle, pâle, parfois à peine visible. Leur mouvement (observé dans l'eau salée à 7 0/00) paraît le plus souvent assez faible.

[1] JENSEN (1883, p. 47) constate également que le *Clitellio* offre des zoospermes de dimensions diverses et attribue ces variations aux différences de grosseur des spermatocytes.

[2] Des spermies géantes ont été décrites par M[lle] K. FOOT (1848) chez *Allobophora*.

Le spermatozoaire mûr convenablement coloré, après fixation par le sublimé acétique ou de préférence par le liquide de Flemming, offre les quatre segments déjà mentionnés.

Le perforateur, long de 4 μ, cylindrique, légèrement effilé, de même largeur et réfringence que la tête, est distinct de celle-ci, sur les préparations colorées à l'hémalun et l'éosine, par sa teinte pâle, d'un rose lilas.

La tête, allongée en forme de bâtonnet, cylindrique, d'épaisseur uniforme, (0.5 à 0.6 μ) de longueur variable (16 à 40 μ, moyenne 20 μ) se colore en bleu-violet par l'hémalun, en bleu-noir par l'hématoxyline ferrique, en bleu par le bleu de méthylène.

Le cou, très court (2 μ), de même largeur que la tête, est caractérisé par sa teinte rose dans les préparations à l'hémalun éosine; il montre, si l'on traite par l'hématoxyline ferrique, les corpuscules noirs (centrosomes) décrits ci-dessus.

Le flagellum, beaucoup plus grêle que la tête, mesurant 60 μ dans la forme longue, se colore à peine en lilas pâle dans l'hémalun éosine ; il est souvent difficile à distinguer.

Dans les préparations traitées par le bleu de toluidine et le mélange de van Gieson, la tête se teint en vert (effet de l'acide picrique), le flagellum en brun pâle, tandis que le perforateur et le segment intermédiaire sont presque incolores et invisibles. Si l'on emploie le picrocarmin, la tête se colore en rouge et le flagellum en jaune pâle.

Les coupes microscopiques pratiquées au niveau des pavillons séminaux donnent lieu à une observation intéressante. (Voir C. R. du VIe Congrès zool. Pl. V.) Les spermatozoaires, qui se trouvent par milliers à l'intérieur de ces organes, sont arrangés avec une régularité si parfaite, que toutes les têtes se trouvent du côté de la paroi, alignées sur un rang perpendiculairement à la surface de l'épithélium cilié, tandis que les queues, réunies en faisceaux un peu courbés et inclinés, remplissent l'intérieur de la cavité. Cette disposition, qui

se montre dans les pavillons et non pas dans les canaux déférents[1], est rendue plus frappante par le fait que, grâce aux procédés de tinction, les têtes forment au-dessus des cils une bande fortement colorée en bleu ou en vert, tandis que les queues, teintées de rose ou de brun pâle, font ensemble une zone claire qui contraste avec la zone colorée et occupe à elle seule la lumière centrale. L'alignement régulier des zoospermes peut être observé d'ailleurs sur des préparations fraîches, sans qu'il soit nécessaire de recourir à la méthode des coupes. Il suffit de détacher avec les ciseaux un lambeau du pavillon et de le placer sous le microscope dans une goutte d'eau salée. Mettant au point sur le bord de la préparation, on distingue les couches suivantes en coupe optique : 1° l'épithélium, composé de cellules mal délimitées, ou plutôt les noyaux de cet épithélium, alignés sur un rang : 2° une ligne foncée, continue, répondant au plateau cuticulaire : 3° une zone striée claire, formée par les cils ; 4° une deuxième zone striée, foncée et compacte, répondant aux têtes des spermies partiellement engagées entre les cils : 5° une troisième zone striée, plus large et plus claire, indistincte, irrégulière, formée par les queues.

Sur une préparation de ce genre, observée le 26 août, la zone des cils mesurait 33 μ d'épaisseur, la zone des têtes 56 μ et la zone des queues 40-50 μ. Les cils étaient animés d'un léger mouvement vibratoire, mais le battement était trop faible pour déplacer les zoospermes : ceux-ci, presque immobiles, restaient parfaitement alignés.

L'épaisseur de 56 μ observée pour la zone des têtes (la longueur moyenne de la tête du spermatozoaire étant de 20 μ) s'explique par cette particularité, que les têtes quoique toutes dirigées dans le même

[1] Les canaux déférents sont revêtus de cellules épithéliales semblables à celles des pavillons, mais plus élevées (20-25 μ) et avec des cils 3 ou 4 fois plus longs. On remarque de plus que les cilss ont groupés en forme de fouets. Les spermatozoaires contenus dans ces canaux ne sont pas alignés et ne pénètrent pas non plus entre les cils. Réunis en faisceaux dirigés dans le sens longitudinal ou dispersés sans ordre, les zoospermes sont d'ailleurs, sur la plupart de nos coupes, beaucoup moins nombreux dans les canaux déférents que dans les plis des entonnoirs.

sens, ne sont cependant pas exactement alignées, mais chevauchent un peu, les unes en dessous (celles qui s'enfoncent entre les cils), les autres en dessus de leurs voisines. Il résulte de ce fait que les têtes observées en masse, paraissent environ deux fois plus longues que la tête de la spermie libre.

Comment expliquer cet arrangement si régulier des spermatozoaires ?

Deux mémoires récents publiés l'un par Roth (**1904**), l'autre par Adolphi (**1905**), viennent fort à propos jeter quelque jour sur cette question.

Les spermies, lisons-nous dans le travail de Roth, ont une tendance marquée à nager contre le courant. Celui-ci ramène en effet en droite ligne les zoospermes qui, par un accident quelconque, viendraient à se placer en travers. L'expérience peut être faite sous le microscope sur des spermatozoaires observés dans l'eau salée à 7 $^{0}/_{00}$. Un morceau de papier buvard ayant été appliqué sur le bord de la lamelle de manière à produire un mouvement du liquide, les zoospermes restent (aussi longtemps qu'ils sont animés d'un mouvement propre) tous dirigés du même côté, les têtes contre le courant. Cette propriété, désignée sous le nom de *rhéotaxisme,* se comprend plus aisément, si l'on considère le mouvement d'un petit bateau à ressort (jouet d'enfant) marchant sur une rivière tranquille. La nacelle se place d'elle-même la proue en avant; si elle vient à butter contre le bord, c'est encore la proue qui s'appuie à la rive, tandis que la poupe se dirige plus ou moins obliquement du côté de l'eau.

Ces considérations s'appliquent, semble-t-il, aux spermatozoaires du Lombric alignés dans le pavillon. Les têtes appuyées à la paroi ne quittent plus leur place et tendent par le mouvement propre du flagellum, à s'enfoncer entre les cils.

Adolphi, qui a pris un très grand nombre de mesures, arrive à des conclusions analogues. Les spermatozoaires humains remontent contre le courant et maintiennent leur direction en ligne droite,

toutes les fois que leur vitesse propre (23-27 μ par seconde) est supérieure à la vitesse du liquide.

L'alignement des spermies s'explique ainsi par de simples actions mécaniques sans qu'il soit nécessaire d'invoquer un phénomène mystérieux de tropisme ou d'attraction. Remarquons enfin que ces dispositions doivent concourir à rassembler les zoospermes, à les accumuler en grand nombre sur les vastes plis des pavillons, jusqu'au moment où le battement des cils étant devenu plus vif (époque de l'accouplement), la masse entière est expulsée au dehors. Les pavillons dont la surface est fort étendue, joueraient ainsi le rôle de réservoirs spermatiques.

V. — Cellules éosinophiles

Les coupes colorées à l'hémalun-éosine présentent à l'intérieur des grands testicules, des cellules particulières, attirant le regard par leur couleur rouge vif (fig. 57-62). Arrondies ou anguleuses, larges de 10-20 μ environ, ces cellules ont un cytoplasme granuleux à granules fortement éosinophiles, privé de membrane, un petit noyau sphérique, toujours semblable à lui-même, renfermant une chromatine assez dense colorée en violet, et un nucléole un peu plus clair. Quelques-unes (les plus jeunes) montrent un double noyau, mais différant en cela des éléments spermatiques, elles n'offrent aucun indice de cinèses.

Ces cellules qui se voient en grand nombre dans la capsule d'enveloppe, se trouvent encore tantôt dans les cloisons au voisinage des vaisseaux, tantôt à l'intérieur des loges, accolées à la paroi ou disséminées çà et là. Les mêmes cellules s'observent dans les petits testicules, dans les carrefours et jusque dans les pavillons, au milieu des cils. Celles des petits testicules sont plus petites (5-10 μ), et souvent groupées en amas.

Examinées à l'état frais dans l'eau salée, à 7 °/oo, les éléments éosinophiles donnent lieu à une observation intéressante. Chaque cellule, laissée à elle-même pendant 30-40 minutes, émet des gouttelettes

claires, les unes plus grosses, les autres plus petites, sortant en nombre variable (4-5 par exemple) de plusieurs côtés.

Le noyau de la cellule vivante est peu apparent, le nucléole invisible ; le cytoplasme renferme de petits grains jaunâtres un peu plus réfringents qui ne sortent pas avec les gouttelettes de sécrétion.

Si l'on expose la préparation aux vapeurs d'acide osmique, ces grains légèrement rembrunis, deviennent un peu plus distincts, mais sans prendre jamais l'aspect caractéristique de ceux des cellules dites interstitielles ou de Tourneux. Quant aux gouttelettes, l'acide osmique les laisse entièrement incolores.

Les cellules éosinophiles passent tour à tour par diverses phases. Les cellules jeunes, de petite taille (5-10 μ), encore renfermées dans la capsule et les cloisons, ont une forme plutôt polyédrique, avec un petit noyau arrondi situé au centre d'un cytoplasme pauvre, se colorant faiblement. C'est dans cette phase que l'on observe des éléments à noyau double en voie de division (fig. 60). Bientôt ces mêmes cellules grandissent (10-20 μ) ; leur cytoplasme qui est maintenant abondant et granuleux, se colore dans l'éosine d'une manière intense, ce dont il faut conclure qu'il est riche en matériaux nutritifs à réaction basique. Devenues libres à l'intérieur des testicules ou des carrefours, les cellules éosinophiles parvenues à cette phase se voient çà et là, tantôt isolées, tantôt appliquées à la surface des amas folliculaires, tranchant par leur teinte rose sur les éléments spermatiques colorés en violet.

On distingue enfin les cellules vieilles, beaucoup plus grandes (20-40 μ), qui usées par le travail de sécrétion, se colorent à peine en rose violacé et dont le noyau, plus ou moins raccorni, est toujours excentrique (fig. 62).

Bloomfield a déjà reconnu les cellules éosinophiles; il les appelle « brown corpuscules », nom qui fait allusion à leurs granulations jaunâtres, et dit que, placées dans l'eau, elles gonflent et forment des boules claires dans lesquelles on voit des granules soumis au mouvement brownien (**1880**, p. 87). Les figures 67-71 publiées par

cet auteur paraissent se rapporter au deuxième stade décrit ci-dessus, les figures 51-64 au troisième (cellules vieillies). Ces dernières sont, suivant l'anatomiste anglais, plus abondantes dans les vésicules séminales des Lombrics de grande taille parvenus à la fin de leur activité sexuelle.

L'ensemble de ces observations nous amène à conclure que le rôle des cellules éosinophiles est essentiellement nutritif. Les loges testiculaires du Lombric n'étant pas comme nos canalicules séminifères revêtues d'épithélium, les follicules se développant (à partir du moment où ils se détachent) librement à l'intérieur, la présence de cellules nourricières doit être en rapport avec une telle structure. La fonction de ces cellules serait donc, si notre manière de voir est exacte, d'apporter les aliments nécessaires aux follicules spermatiques en voie de prolifération et d'accroissement. C'est en effet avec les follicules et non avec les morules que l'on voit les cellules de Bloomfield entrer en contact. Aussi bien, du moment que la morule est formée, est-ce à la boule protoplasmique qu'incombe la fonction de nutrition.

Quant à ces éléments allongés (fig. 63, 64) mesurant jusqu'à 70-80μ, à structure vaguement fibrillaire, souvent bifurqués, avec un ou deux noyaux à l'un des bouts, nous ne saurions dire s'ils se rattachent encore aux cellules éosinophiles. Il suffit donc de les signaler en passant, comme se montrant parfois dans les produits de dissociation des grands testicules, et de rappeler qu'ils ont, eux aussi, été figurés par Bloomfield (**1880**, fig. 65).

VI. — Résumé et Conclusions

La spermatogénèse du Lombric peut être divisée en quatre phases :

a) Une première phase de prolifération qui, partant de la cellule germinale, conduit à la formation du follicule. Cette prolifération a pour siège les testicules petits et grands ; elle donne lieu d'abord à des groupes syncytiaux de 2, 4, 8, 16 éléments, et ensuite à des colo-

nies (follicules) de 32, 64, 128 cellules (ou davantage encore), unies par de courts pédicules dirigés vers le centre.

b) Une phase de dissociation, qui, divisant le follicule en deux parties égales et se répétant à plusieurs reprises, donne lieu à des groupes de 64, 32, 16, 8; rarement à des groupes de 4, 2 spermatogonies, ou encore à des spermatogonies libres (?). Les groupes cellulaires résultant de la dissociation des follicules se reconnaissent à ce que leurs éléments, piriformes, séparés les uns des autres, (diam. des noyaux : 6,4 μ) sont unis par des pédicules grêles dirigés vers le centre.

c) Une deuxième phase de prolifération (segmentation), qui procédant par progression géométrique et se faisant toujours dans des plans radiaires, peut dans certains cas (avant la spermatogénèse) porter un groupe pédiculé de 2, 4 ou 8, issu de dissociation, au chiffre de 16 ou 32.

d) Une dernière phase de multiplication au cours de laquelle le groupe de 32, transformé en spermatocytes I, doublant deux fois le nombre de ses éléments, engendre la morule à 64 spermatocytes II, disposés autour d'un blastophore central, et enfin la morule définitive à 128 spermatides (nombre normal).

Exceptionnellement les spermatides peuvent se montrer sur une morule à 64, 32 et même 16 cellules, auquel cas les spermatocytes I ont dû se former déjà sur des groupes de 16, 8 ou 4. Parfois en revanche on rencontre des morules chargées de 256 spermatides, issues dans ce dernier cas d'un follicule à 64.

Parfois la phase de dissociation étant raccourcie ou supprimée, le follicule se transforme directement en morule.

Les trois premières phases distinguées ci-dessus répondent à la période germinative (divisions lentes, préspermatogénèse), la dernière aux deux divisions rapides (spermatogénèse proprement dite) conduisant à la formation des spermatides et toujours accompagnée de réduction chromatique.

La spermatogénèse des Invertébrés diffère de celle des animaux

supérieurs en ce que la prolifération de la cellule germinale donne lieu à une colonie spermatique mieux définie et que l'on voit plus distinctement le groupe ou faisceau de spermies qui en résulte.

Cette colonie (spermatogemme de LA VALETTE SAINT-GEORGES, spermopolyblaste de BLOOMFIELD) se distingue par cette particularité qu'elle augmente par progression géométrique et que toutes ses cellules, se divisant par cinèses simultanées, se trouvent constamment dans la même phase de développement. Le nombre des cellules atteint pour chaque colonie (avant la transformation en spermatides) un chiffre qui varie entre 32, 64, 128, 256, 512 et 1024 chez les types observés.

Le développement ultérieur des éléments spermatiques diffère dans les diverses classes : chez les Annélides, la colonie (follicule de VON ERLANGER) formant un amas mûriforme plus ou moins arrondi, isolé et bien délimité, subit d'ordinaire une dissociation avant de se transformer. Il est rare (et même improbable) que cette dissociation donne lieu à des spermatogonies libres. On voit, en revanche, des follicules de 64 se diviser en deux groupes égaux (32 + 32) unis par un pont protoplasmique, des follicules de 32 se diviser en groupes de 16 + 16 et ceux-ci en groupes de 8 + 8. Parfois encore un follicule de 64 se divise en quatre groupes de 16. Les groupes résultant de dissociation se reconnaissent à ce qu'ils sont formés d'éléments pédiculés, piriformes, écartés les uns des autres, réunis par leurs pédicules. Ces groupes proliférant à nouveau par cinèses simultanées et les divisions se faisant pour chaque cellule dans une direction radiaire, on voit apparaître les formes caractéristiques, sphériques, parfaitement symétriques, connues sous le nom de spermatosphères ou morules spermatiques, dont les éléments rayonnent autour d'un cytophore central.

La morule qui compte ordinairement 128 spermatides (maximum 256) chez le Lombric, lorsque sa prolifération est terminée, donne lieu à un nombre correspondant de spermies.

Le blastophore est tantôt une boule protoplasmique sans noyau

distinct (*Lumbricus*, *Hirudo* d'après nos observations, *Branchiobdella* d'après VOIGT, **1885**), tantôt une masse semée de noyaux (*Clitellio* d'après JENSEN, **1883**). Il est probable que, dans ce dernier cas, quelques cellules germinales sont, au début déjà, englobées dans le cytophore en formation.

L'opinion généralement admise est que, tout en supportant les éléments spermatiques, le blastophore joue le rôle d'une cellule nourricière, les spermatides étant, en suite de la condensation chromatique, devenues incapables de commander aux fonctions de nutrition.

Des morules à cytophore central, semblables à celles des Annélides, ont été observées chez les Turbellariés par JENSEN (**1883**) et chez un Bryozoaire par KOROTNEFF (**1888**). MONTICELLI (**1892**) décrit chez les Distomes des groupes d'éléments spermatiques qui ressemblent d'une manière frappante aux groupes pédiculés de 4, 8, etc., observés chez le Lombric. Les formes plus avancées (phase des spermatides) diffèrent toutefois de celles du Lombric, en ce qu'il n'y a pas de cytophore central.

La spermatosphère de *Clitellio* figurée par CLAPARÈDE (**1861**, Pl. III, fig. 9 à 12) établit un passage des Annélides aux Arthropodes, dans ce sens que les spermies insérées obliquement sur le cytophore, se dirigent toutes du même côté et tendent (au lieu de rayonner) à former un faisceau parallèle.

Chez les Arthropodes, la cellule germinale prolifère d'abord de la même façon que celle des Annélides et donne lieu, elle aussi, à une colonie libre plus ou moins sphérique (colonie de métrocytes de GILSON, **1885**) ; mais le développement ultérieur de la colonie diffère : 1° en ce qu'elle ne subit aucune dissociation avant de se transformer ; 2° en ce que les éléments spermatiques, au lieu de rayonner autour d'une boule centrale, se disposent parallèlement en un faisceau, avec toutes les têtes dirigées dans le même sens et très exactement juxtaposées. Le blastophore est remplacé ici par la cellule de VERSON (**1889**), dont le corps, renfermant le noyau, se voit au bout du faisceau, du côté des têtes, tandis que les prolon-

gements protoplasmiques (analogues aux prolongements des cellules de SERTOLI) s'insinuent entre les éléments à l'intérieur du faisceau. Ce dernier fait ressort de l'examen des coupes transverses colorées à l'hématoxyline. On voit par exemple chez la Cétoine dorée, la Teigne du fusain, les têtes des spermies comme de petits points violets régulièrement espacés, séparés par une substance claire, teintée en lilas. Cette dernière substance est précisément le protoplasma nutritif (dépendance de la cellule de VERSON) dans lequel les spermatozoaires sont englobés. Ayant compté les spermies qui composent le faisceau, nous avons trouvé le chiffre 256 chez *Hyponomeuta cognatella* (testicule d'une chenille débitée en coupes transverses), 512 chez *Cetonia aurata*, 1024 chez *Dytiscus marginalis*. Le chiffre indiqué nous a paru constant pour chacun des faisceaux.

Les auteurs modernes (TOYAMA, ZIEGLER, VOM RATH, TICHOMIROFF, DE SINETY, cités d'après HENNEGUY, **1904**, p. 647) admettent généralement qu'il n'y a aucun rapport génétique entre les cellules sexuelles et la cellule de VERSON ; celle-ci serait une cellule connective émanée des éléments de la paroi du testicule. Il se pourrait toutefois que la cellule de VERSON fût une cellule sexuelle primordiale transformée et différenciée de bonne heure. Cette dernière opinion, qui a été soutenue par VERSON (**1889**) et par GRÜNBERG (**1902-3**) s'accorderait mieux avec ce que l'on sait des animaux supérieurs. Il a été en effet démontré par REGAUD (**1899**) et BOUIN (**1899**) que, chez les Mammifères, la cellule nourricière et la lignée spermatique ont une origine commune.

Le fait que les chiffres indiquant le nombre de spermies sont presque toujours des multiples de la série 2, 4, 8, 16, prouve qu'une fois la prolifération commencée, la lignée spermatique n'abandonne aucun de ses éléments. Il ne reste donc que deux alternatives : dans la première, la cellule de VERSON dériverait d'un élément connectif, elle n'aurait (au point de vue de l'origine) rien à voir avec la lignée spermatique ; dans la seconde, la cellule de VERSON et la lignée spermatique auraient une origine commune, mais la différenciation de l'élément nourricier se ferait tout au début, avant le commence-

ment de la prolifération spermatique et ne changerait en rien la marche de la progression. C'est d'ailleurs, si nous avons bien compris ces auteurs, ainsi que l'entendent Regaud et Bouin.

Chez les Mollusques (Escargot) la colonie spermatique diffère de celle des classes précédentes, en ce qu'elle n'est pas libre à l'intérieur d'un alvéole, mais unie pendant toute la durée de la spermatogénèse à la paroi de sa loge, par l'intermédiaire de la cellule basale ou pédieuse [1].

Les éléments, pédiculés comme ceux du Lombric, diffèrent de ces derniers en ce que les pédicules, au lieu de converger vers le centre du groupe, sont tous dirigés en dehors du côté de la cellule basale et suspendus à celle-ci comme les tiges d'un bouquet. Il résulte de cette disposition que les spermies sont arrangées en faisceaux comme chez les Arthropodes, mais avec cette différence que les têtes, au lieu d'être exactement juxtaposées, sont étagées à divers niveaux comme l'étaient déjà les noyaux de la colonie primitive. La cellule basale, très volumineuse, se trouve ici encore placée à l'extrémité du faisceau, du côté des têtes; elle correspond sans doute à la cellule de Verson. Le nombre des éléments du faisceau n'a pas été compté.

Chez les Vertébrés inférieurs (Poissons et Amphibiens) les éléments spermatiques en voie de développement sont disposés de même en faisceaux volumineux, comparables à ceux des Arthropodes et des Mollusques. Chez le Triton, par exemple, la partie germinale du testicule montre, dans chaque loge (spermatocyte), un certain nombre d'amas bien délimités (spermatogemmes) formés, comme les les colonies spermatiques des Insectes, de cellules rondes, toutes de même grosseur (diam. des noyaux 10 à 16 μ) et de même aspect (à la même phase de développement), issues elles aussi de la prolifération d'une cellule germinale unique. La partie mûre de la glande, souvent visible sur la même coupe, offre d'autre part, dans chacun des kystes, un nombre correspondant de faisceaux spermatiques parfaitement isolés les uns des autres, avec les têtes juxtaposées et

[1] Décrite par Platner (1885) et Bolles Lee (1897).

les queues recourbées, toutes dirigées dans le même sens. Chaque faisceau se formant d'une colonie de jeunes cellules, chacun d'eux possédant aussi sa cellule nourricière (cellule de BLOOMFIELD) placée, comme chez les Arthropodes, à son extrémité céphalique, on voit que l'analogie est à peu près complète.

Quelques essais de numération, pratiqués sur des faisceaux de spermies coupés en travers, ont donné pour le Triton le chiffre constant de 512. Chaque spermatogonie engendrant 4 spermies, on devra, si nos prévisions sont exactes, trouver pour les spermatogemmes le chiffre 128. Ce dernier dénombrement ne pouvant se faire sur des coupes, nous ne l'avons pas encore tenté [1].

Les spermies des Vertébrés supérieurs (Oiseaux et Mammifères) ne sont pas réunies en faisceaux aussi volumineux, aussi compacts et exactement juxtaposés que ceux des Amphibiens. Il est toutefois aisé de constater que les éléments spermatiques en voie de développement forment, le long des parois du canalicule, une série de groupes en forme de petits bouquets régulièrement répartis et que dans chacun de ces groupes (spermatoblastes de VON EBNER) les têtes sont, comme dans la plupart des classes, tournées en dehors, du côté de la paroi. On remarque en outre, que chaque groupe est plus spécialement en rapport avec une cellule nourricière (cellule de SERTOLI ou de RENSON) et que cette cellule, émettant des prolongements entre les éléments spermatiques, les englobe dans une masse protoplasmique commune.

Il est dès lors probable que chaque spermatoblaste procède de la prolifération d'une cellule germinale unique et qu'il y a, chez les animaux supérieurs aussi bien que chez les Invertébrés, des colonies spermatiques indépendantes, se multipliant par progression géométrique avant d'arriver au chiffre définitif typique pour chaque espèce.

[1] Il faudrait pour réussir, isoler les spermatogemmes du testicule frais au moyen des aiguilles, les colorer sur la lamelle et aplatir la préparation jusqu'à ce que les éléments soient suffisamment distincts.

Le nombre des spermies constituant chaque groupe paraît être (d'après une évaluation rapide) de 128 pour le Moineau et de 32 pour le Rat (?).

Le spermatocyte de premier ordre se divisant encore deux fois et donnant lieu à 4 spermatides, il y aurait ainsi 32 spermatocytes I, issus d'une spermatogonie unique, dans le faisceau spermatique du Moineau et 8 dans le faisceau spermatique du Rat. La prolifération de 1 à 32 (ou de 1 à 8) correspondrait aux phases généralement désignées sous le nom de divisions lentes (période germinative) et la prolifération de 32 à 128 (ou de 8 à 32) aux deux divisions rapides (période de maturation). Si ces déductions sont exactes, l'arrangement des spermatozoaires en faisceaux typiques, offrant toujours le même nombre d'éléments régulièrement espacés à l'intérieur des canalicules, s'expliquerait d'une façon toute naturelle, chez les Vertébrés aussi bien que chez les Invertébrés, par la prolifération d'une cellule germinale unique et par le groupement de chaque lignée spermatique sous forme d'un bouquet distinct.

Il est vrai qu'on doit faire intervenir encore l'attraction spéciale (chimiotaxisme) exercée par la cellule nourricière, pour expliquer la migration des spermies[1] du côté de la paroi du tube, le parallélisme des queues, la disposition régulière et persistante des éléments du faisceau. Il semble bien que la cellule de Sertoli exerce une action particulière sur le faisceau qu'elle englobe et que, à côté de son action nutritive, il faille lui accorder encore une influence sur le groupement des éléments spermatiques. Nous ne pensons pas toutefois que la cellule de Sertoli puisse former un faisceau spermatique par son attraction seule, en prenant au hasard dans plusieurs groupes. Une telle manière de voir ne s'accorderait ni avec la régularité du groupement ni avec la constance des nombres observés chez différents types.

Fondés sur les observations qui précèdent, nous soutenons au contraire que le nombre des éléments constituant le faisceau sperma-

[1] Ce phénomène, très frappant chez le Moineau, a été bien décrit par LOISEL (1902).

tique est déterminé d'avance par l'origine commune de ces éléments (dérivation d'une cellule germinale unique) et par le mode de prolifération qui leur est propre. Cette prolifération, se faisant par progression géométrique régulière et s'arrêtant à un moment déterminé, conduirait pour chaque espèce à un nombre type ou dans certaines circonstances à un multiple de ce nombre.

On voit que l'étude du Lombric jette quelques clartés nouvelles sur la préspermatogénèse, ainsi que sur l'origine des faisceaux spermatiques, non seulement chez les Invertébrés, mais aussi chez les animaux supérieurs.

AUTEURS CITÉS

1826. MORREN (Ch.). Descriptio structuræ anatomicæ et expositio historiæ naturalis Lumbrici vulgaris sive terrestris (Bruxelles).

1856. D'UDEKEM (J.). Développement du Lombric terrestre (*Mem. Acad. de Belgique*, T. XXVII).

1856. HERING (E.). Zur Anatomie und Physiologie der Generationsorgane des Regenwurms (*Zeits. f. wiss. Zool.* Vol. VIII).

1861. CLAPARÈDE (E.). Etudes anatomiques sur les Annélides (*Mem. Soc. de physique, de Genève* T. XVI, pl. III, fig. 5-15).

1862. CLAPARÈDE (E.). Recherches anatomiques sur les Oligochètes (*Mém. Soc. de physique de Genève*. T. XVI, 2me p.).

1862. D'UDEKEM (J.). Mémoire sur les Lombrics (*Mém. Acad., de Belgique*).

1864. RAY LANKESTER. The anatomie of the Earthworm (*Transact. of the micr. Soc. London*. Vol. V, New Ser. Part. II. — *Ann. and Mag. of nat. Hist.* Vol. V, 1865. New. Ser. pp. 10-18).

1869. CLAPARÈDE (E.). Histol. Untersuchungen über den Regenwurm (*Zeits. f. wiss. Zool.* Vol. XIX).

1870. RAY LANKESTER. On the structure and origin of the spermatophors (*Quart. Journal of micr. Sc.*)

1872. PERRIER (Ed.). Rech. pour servir à l'hist. des Lombriciens terrestres (*Nouv. Archives du Museum.*)

1873-4. PERRIER (Ed.). Organisation des Lombriciens terrestres (*Archives de zool. exp.*).

1877. HUXLEY. A manual of the anatomy of invertebrated animals. London, p. 220.

1880. BLOOMFIELD (J.-E.). On the development of the spermatozoa. Part. I Lumbricus (*Quart. Journal of micr. Sc.* XX. New ser. pp. 79-89. Pl. VI et VII.)

1883. JENSEN (O.-S.). Recherches sur la spermatogénèse (*Archives de Biologie*. Vol. IV).

1884. ROSA (D.). Lumbricidi del Piemonte (*Torino*).

1885-86-98. GILSON. La spermatogénèse des Arthropodes (*La cellule*. Vol I, II, IV).

1886. BERGH. Unters. über den Bau und die Entw. der Geschlechtsorgane des Regenwurms (*Zeits. f. wiss. Zool.* Vol. XXXXIV, p. 303).

1886. NEULAND (C.). Generationsorgane des Regenwurms (*Diss. Bonn.*).

1888. KOROTNEFF (A.). Beiträge zur Spermatologie (Alcyonella fungosa (*Archiv. für mikr. Anat.* Vol. XXXI, p. 334-41. Pl. XIX).

1890. CERFONTAINE (P.). Recherches sur le système cutané et sur le système musculaire du Lombric terrestre (*Mém. Acad. de Belgique*. T. LII).

1892. MONTICELLI (F. S.). Ricerche sulla Spermatogenesi nei Trematodi (*Intern. Monatsschrift für Anat. u. Phys.* Vol. IX).

1892. PRENANT. Sur la signification de la cellule accessoire du testicule (*Journal de l'Anat. et de la Phys.*, 28e *année*).

1893. WOODWARD (M.-F.). Further observations on variations in the genitalia of British Earthworms (*Proceedings of the zool. Soc.* pp. 319-24. Pl. XXIV).

1893-4. CALKINS (G.-N.). On the history of the archoplasm in the spermatogenesis of Lumbricus (*Transact. New York Acad. of Sc.* Vol. XIII, pp. 135-9).

1895. CALKINS (G.-N.). The spermatogenesis of Lumbricus (*Journal of morphology*. Vol. XI, pp. 271-298 avec 3 pl.).

1895. VON ERLANGER (R.). Ueber den feineren Bau der Gonaden des Regenwurms (*Zool. Anz.* Vol. XVIII, pp. 421-424).

1896. VON ERLANGER (R.). Zur Kenntniss des feineren Baues des Regenswurmhodens und der Hodenzollen (*Archiv. f. micr. Anat.* Vol. XXXXVII, p. 1-13. Nachtrag, p. 115.)

1897. PERRIER (E.). Traité de Zoologie (4e fascicule).

1898. LANG (A.). Traité d'Anatomie comparée (Trad. fr. I. p. 304.)

1898. PETER (K.). Die Bedeutung der Nährzelle im Hoden (*Arch. f. micr. Anat.*, Vol. LIII).

1899. REGAUD. Contribution à l'étude de la cellule de Sertoli (*Bibl. anat.*, pp. 1-14).

1899. GROBBEN (K.). Ueber die Anordnung der Samenkörper zu Bündeln (*Zool. Anz.* Vol. XXII).

1902. FOOT (K.). et STROEBELL (E. C.). The Spermatozoa of Allobophora foetida (*The Amer. Journal of Anatomy*. Vol. I).

1902. LOISEL (G.) Etudes sur la Spermatogénèse du moineau domestique (*Journal de l'Anat. et de la Phys.* 38e année).

1905. DEPDOLLA (Ph.). Unters. über die Spermatogenese von Lumbricus terrestris (*Zool. Anz.* Vol. XXVI. no 16/17).

1905. Adolphi (H.). Die Spermatozoen der Säugethiere schwimmen gegen den Strom (*Anat. Anz.* Vol. XXVI. nº 20/21).
1898. Foot (K.). The cocoons and eggs of Allobophora foetida (*Journal of Morphol.* Vol. XIV. nº 3).
1904. Roth (A.). Zur Kenntniss der Bewegung der Spermien (*Arch. für Anat. und Phys.* Physiol. Abth. pp. 336-370).

EXPLICATION DES PLANCHES

PLANCHE VIII

Fig. 1. Appareil génital du Lombric terrestre (mi-schématique.)

cd, *cl*, *cv*, champs musculaires dorsal, latéral, ventral ; *gt*, grands testicules antérieur, moyen et postérieur ; *pt*, petits testicules ; *p*, pavillons ciliés ; *d*, canal déférent ; *o*, ovaire ; *ov*, oviducte ; *n*, cordon nerveux ventral ; *r*, receptaculum ou spermatheca.

Fig. 2. Coupe horizontale d'un jeune Lombric de 8-10 centimètres, encore très grêle, $\times 11\frac{1}{2}$.

gt^1, 1re ébauche = grands testicules antérieurs; gt^2, 2e ébauche (disparaît); gt^3, 3e ébauche = grands testicules moyens ; gt^4, 4e ébauche = grands testicules postérieurs ; gt^5, 5e ébauche (disparaît) ; *i*, tube digestif ; *gl*, glandes pharyngiennes ; *g*, ganglion ; *s*, organes segmentaires.

Les petits testicules et les ovaires se trouvent dans un plan plus profond.

Fig. 3. Coupe plus profonde du même, $\times 11\frac{1}{2}$.

pt, petits testicules antérieurs et postérieurs ; *o*, ovaires ; *g*, ganglion ; *n*, cordon nerveux ventral ; *s*, organes segmentaires.

Fig. 4. Coupe transverse d'un jeune Lombric de 5-6 centimètres, $\times 20$.

pt, petits testicules postérieurs, contenus dans la loge latérale du carrefour ; *n*, cordon nerveux ventral, occupant la loge médiane ; *i*, tube digestif ; *v*, vaisseau sus intestinal ; *s*, organe segmentaire.

Fig. 5. Coupe plus postérieure du même, $\times 20$.

gt, ébauche du grand testicule postérieur, attachée à la face externe de la gaine péri-intestinale ; *i*, tube digestif ; *n*, cordon nerveux ventral.

Fig. 6. Coupe transverse d'un Lombric adulte, $\times 11\frac{1}{2}$.

gt, grand testicule moyen attaché à la face externe de la gaine péri-intestinale ; *i*, tube digestif ; *p*, espace péri-intestinal ; *pt*, petits testicules postérieurs ; *n*, cordon nerveux ventral ; *v*, vaisseaux.

Les loges latérales du carrefour communiquent avec la loge médiane. Toutes trois sont remplies d'éléments spermatiques.

Fig. 7. Coupe transverse d'un Lombric adulte, $\times 11\frac{1}{2}$.

d, canal déférent traversant le petit testicule *pt* ; *ld*, loge latérale dorsale du carrefour, renfermant une partie du pavillon, en rapport avec le hile creux du grand testicule *gt* ; *lv*, loge latérale ventrale renfermant le petit testicule *pt* ; *p*, espace péri-intestinal ; *r*, receptacula ou réservoirs séminaux ; *v*, vaisseaux.

Les loges latérales dorsales du carrefour communiquent plus en arrière avec les loges latérales ventrales.

FIG. 8. Première ébauche du grand testicule postérieur chez un Lombric jeune, très grêle, long de 10 centimetres, × 600.

Coupe horizontale. (Longitudinale), parallèle au dos.

L'ébauche proémine sur la face postérieure du dissépiment 11/12 ; on voit à l'intérieur le rudiment du hile creux et à la surface, l'épithélium germinatif disposé sur un rang.

FIG. 9. Coupe du glomérule du petit testicule. Ver adulte, × 600.

b, groupes cellulaires en forme de bouquets attachés aux vaisseaux (jeunes follicules?) ; *c*, capillaires avec leurs noyaux endothéliaux ; *pl*, espaces plasmatiques.

PLANCHE IX

FIG. 10. Coupe du petit testicule. Ver adulte de grande taille, × 600.

ca, capsule ; *f*, deux jeunes follicules isolés, ressemblant beaucoup aux groupes pédiculés en forme de bouquet de la figure 9 ; *fc*, fragment de follicule à l'état de condensation chromatique.

FIG. 11. Petit testicule postérieur. Partie sexuelle. Coupe montrant des cellules germinales et des follicules en formation. Liq. de Gilson ; hemat. ferr. ; liq. de v. Gieson. × 600.

FIG. 12-13. Deux cellules germinales observées sur la coupe du petit testicule. Hémalun-Eosine. × 1200.

FIG. 14. Deux cellules germinales en état de cinèse. Coupe du petit testicule, × 1200.

FIG. 15. Cellule germinale à trois noyaux. Contenu du petit testicule étalé. Flemming ; hématox. ferrique. × 600.

FIG. 16. Groupe binaire, paraissant dérivé de la division d'une spermatogonie libre. Laitance du grand testicule. Sublimé acétique ; hémalun-éosine. × 600.

FIG. 17. Groupe binaire (peut-être détaché d'un groupe pluricellulaire ?). Grand testicule. Sublimé acétique ; hémalun-éosine. × 1,200. Archoplasme visible sous forme d'une macule un peu plus foncée située au pôle distal.

FIG. 18. Groupe à 3 cellules, dont une plus grande à noyau double. Grand testicule. Sublimé acétique ; hém.-eos. × 1200.

FIG. 19. Tétrade (dérivée de la dissociation d'un follicule?). Grand testicule. Subl. ac. ; hém.-éos. × 1200.

FIG. 20. Autre tétrade à pédicules plus allongés. Grand testicule. Alcool abs. Hématox.-éosine. × 1200. Archoplasme visible.

FIG. 21. Groupe de 4 en voie de segmentation. Chromosomes visibles. Grand testicule. Subl. ac. ; hématox.-éosine. × 1200.

FIG. 22. Groupe de 7 spermatogonies dont une à noyau double. Grand testicule. Subl. ac. ; hémalun-éosine. × 1200.

FIG. 23. Groupe de 8. Grand testicule. Chloroforme. Hémalun-éosine. Nucléine rendue diffluente par le chloroforme. Archoplasme vésiculeux, très distinct. × 1200,

FIG. 24. Groupe de 8. Grand testicule. Subl. ac. ; hémalun-éosine. × env. 700.

FIG. 25. Groupe de 8 en dissociation (4 + 4). Subl. ac. ; hémalun-éosine. × 1200. Archoplasme distinct.

FIG. 26. Groupe de 16 en dissociation (8 + 8). Sublimé-ac. ; hémalun-éos. × 900. Archoplasme distinct.

FIG. 27. Groupe de 8 en voie de segmentation (Anaphase). Liq. de Gilson renforcé. Hemalun-eos. × 600.

Fig. 28. Groupe de 8 en voie de segmentation (Anaphase). Sublimé acét. Hémalun-éos. × 1200. On voit six cellules divisées et deux encore indivises. Chromosomes distincts.

Fig. 29. Groupe de 16. Alcool abs. Hématoxyline-éos. Nucléine rendue diffluente par l'effet de l'acool. Archoplasme visible comme un corpuscule clair à contour bien accusé. × 600.

Fig. 30. Groupe de 16. Sublimé ac.; hémalun-éos. × 600. Chromosomes distincts.

Fig. 31. Groupe de 16 (dérivé de dissociation) se divisant lui-même en deux moitiés (8+8). Chloroforme. Hémalun-éos. Nucléine rendue diffluente par l'action du chloroforme. Corpuscule procéphalique visible sous forme d'une vésicule claire. Archoplasme distinct dans quelques-unes des cellules.

PLANCHE X

Fig. 32. Groupe de 32 se divisant en deux moitiés (16 + 16) et se préparant à une segmentation. Sublimé ac.; hémalun-éos. Chromosomes distincts. × 600.

Fig. 33. Groupe de 16. Sublimé ac.; hémalun-éos. × 600. Chromosomes distincts formant çà et là des plaques nucléaires.

Fig. 34. Groupe de 32 formé par segmentation d'une colonie dissociée de 16 + 16, offrant des sillons radiaires distincts. Contenu du carrefour. Liq. de Gilson. Hémalun-éosine. × 600.

Fig. 35. Groupe de 32 spermatogonies incomplètement divisées, avec une masse protoplasmique centrale. Sublimé. ac.; hémalun-éos. × 600.

Fig. 36. Fragment du même groupe grossi 1200 fois. Chromosomes visibles.

Fig. 37. Groupe de 32. Alcool abs.; hémalun-éos. Nucléine rendue diffluente par l'action de l'alcool. × 380.

Fig. 38. Partie d'un follicule de 32 spermatocytes I en condensation chromatique. (Cellules à gros grain). Coupe traitée par l'hémalun-éos. × 600.

Fig. 39. Partie d'un follicule de 64 spermatocytes II (Cellules à grain moyen). Même coupe. × 600.

Fig. 40. Follicule de 64 se divisant en deux moitiés (32 + 32). Contenu du g. testicule fixé sur la lamelle. Liq. de Gilson. Hémalun-éos. × 600.

Fig. 41. Morule portant 60 spermatocytes (chiffre normal : 64). Liq. de Bouin. Bleu de toluidine-éos. × env. 525. Cytophore déjà formé.

Fig. 42. Fragment d'une morule de 64. Chloroforme. Hémalun-éos. × 1200. Nucléine rendue diffluente par l'action du chloroforme. Archoplasme distinct, vésiculeux.

Fig. 43. Morule de 60 (probablement 64) spermatides, dont quelques-unes avec l'ébauche du flagellum. × env. 700.

Fig. 44. Morule de 128 spermatides. Noyau condensé en forme de larme batavique. Archoplasme visible au niveau de la proéminence qui formera le cou de la spermie. Corpuscule procéphalique confondu avec la base du pédicule (perforateur). × 450.

Fig. 45. Coupe d'une morule à 128 spermatides. (On en voit 29, rangées autour d'un cytophore sphérique large de 28 μ.) Liq. de Gilson. Collage à l'eau. Hémalun-éos. × 600.

Fig. 46. Morule de 128 spermatides montrant déjà les queues des spermies. Alcool abs.; hématox.-éos. × 600. Cellules un peu déformées par l'action de l'alcool.

PLANCHE XI

Fig. 47. Morule à 64 cellules, déjà transformées en spermatides (cas moins fréquent.) Le noyau s'allonge pour former la tête. Cou entouré d'une petite masse protoplasmique. Perforateur et flagellum dejà visibles. Sublime ac.; hemalun-éos. × 600.

Fig. 48 Fragment d'une morule de 128 spermatides. Formation des spermies à peu près terminee. Sublimé ac.; hémalun-éos. × 600.

Fig. 49. Spermatogonie appartenant à un groupe de 32. Liq. de Hermann. Hématox. ferr. × 1200. Deux nucléoles. Centrosomes (?) visibles à droite et à gauche du noyau.

Fig. 50. Spermatocyte I détaché d'un groupe de 16, montrant 32 chromosomes doubles, courbés en anses, disposés en deux groupes de 16. Stade precurseur de la division en spermatocytes II. Laitance du g. testicule fixée sur la lamelle par le liq. de Hermann. Hémat. ferr. × 1200.

Fig. 51. Spermatocyte II détaché du cytophore d'une morule de 32, montrant 16 chromosomes doubles. Laitance du g. testicule. Liq. de Hermann. Hémat. ferr. × 1200.

Fig. 52. Spermatide détachée d'une morule à 128. Mêmes réactifs. × 1200. On voit l'archoplasme (corps mitochondrial ?) et les deux centrosomes.

Fig. 53. Spermatide plus avancée détachée d'une morule à 64. Mêmes réactifs. × 1200. L'archoplasme avec les deux centrosomes est situé latéralement. On voit en outre un granule (chromatine condensee ?) à chacun des pôles.

Fig. 54-55. Spermatides plus avancées. Mêmes réactifs. × 1200.

Fig. 56. Spermie mûre. Mêmes réactifs. × 1200. Dimensions : perf. 4,8 μ., tête 19 μ., queue 64 μ.

Fig. 57-62. Cellules éosinophiles montrant leurs granulations caractéristiques et leur noyau excentrique. Subl. ac.; hémal. éos. × 1200.

Fig. 63. Élément allongé (56 μ) a 3 noyaux, à structure vaguement fibrillaire, paraissant appartenir au stroma. G. testicule. Alcool abs.; hémal.-eos.

Fig. 64. Élément analogue long de 144. μ, G. testicule. Subl. ac.; hémal.-éos.

LA GLANDE INTERSTITIELLE DU TESTICULE

CHEZ LE

CHEVAL

PAR

P. BOUIN ET P. ANCEL

Professeur agrégé à la Faculté de Médecine de Nancy

Professeur agrégé à la Faculté de Médecine de Lyon

Les recherches que nous avons entreprises jusqu'ici sur l'histogenèse et la structure de la glande interstitielle nous ont montré que ces éléments se développent aux dépens des cellules mésenchymateuses de l'ébauche génitale primordiale et qu'elles persistent avec des caractères morphologiques à peu près semblables pendant toute la vie. Il n'en est pas de même chez le Cheval où l'on observe plusieurs glandes interstitielles différentes, qui caractérisent chacune les périodes fœtale, jeune et adulte du testicule de cet animal. Nous avons déjà fait connaître quelques-uns de ces processus[1]. Nous voulons revenir sur ce sujet si particulier, bien que nous ne soyons pas à même de donner ici l'histoire complète de cette glande à cause de l'extrême difficulté qu'il y a de se procurer une série complète d'organes, surtout pendant la période fœtale. Nous étudierons successivement, dans ce mémoire, la glande interstitielle du fœtus, la glande interstitielle de l'animal jeune, la glande interstitielle de

[1] Recherches sur la structure et la signification de la glande interstitielle dans le testicule normal et ectopique du Cheval. (Note préliminaire).
(*Arch. de Zool. expér. et gén.* V. II. Notes et Revue. N° 9, 1904.)

l'animal pubère. Nous ne reviendrons pas sur l'historique des recherches réalisées sur la glande interstitielle des Mammifères, renvoyant à ce sujet à l'un de nos mémoires antérieurs [1].

I. — *Testicule et Glande interstitielle du fœtus.*

Nous n'avons pas eu à notre disposition des organes d'embryons très jeunes. Aussi n'avons-nous pu nous renseigner sur la première différenciation des cellules interstitielles testiculaires. Les testicules les plus jeunes que nous avons pu recueillir provenaient de fœtus mesurant 32, 42, 53 centimètres, d'un fœtus de 6 mois et d'un autre de 7 mois ; ceux-ci étaient beaucoup plus avancés que les précédents ; nous n'avons pu en connaître les dimensions exactes [2].

Le fait qui frappe tout d'abord l'observateur qui étudie les testicules du fœtus de Cheval, c'est le volume proportionnellement énorme de ces organes. Ils atteignent les dimensions d'une très grosse noisette chez le fœtus de 32 centimètres, celui du pouce chez le fœtus de 42 centimètres, celui d'un petit œuf de poule chez le fœtus de 7 mois. Chaque organe atteint alors le poids de 25 à 28 grammes environ ; il mesure 4 centimètres à 5 centimètres de longueur sur 3 centimètres de largeur. Sa forme est ovoïde et sa couleur brun rouge. Il est entouré d'une albuginée très délicate, mince et transparente, et la coupe transversale pratiquée à frais indique qu'il est constitué par un parenchyme lobulé très pauvre en tissu conjonctif.

Nous avons fixé les fragments de ces organes par le liquide de Flemming, le formol picro-acétique et le bichromate acétique suivant la formule de Tellyesniczky. Ce dernier réactif nous a donné des résultats particulièrement satisfaisants. Nous avons coloré les coupes par la méthode de triple coloration de Flemming, la safranine et le vert lumière, l'hématoxyline de Delafield seule ou combinée à la

[1] Recherches sur les cellules interstitielles du testicule des Mammifères. (*Arch. de Zool. expér. et gén.* Vol. I, 1903).

[2] Nous sommes heureux d'exprimer ici tous nos remerciements à M. le Professeur Tourneux qui a bien voulu nous faire parvenir certaines pièces fixées par lui et qui a appelé notre attention sur la magnifique glande interstitielle du fœtus de Cheval.

méthyléosine-orange, l'hématoxyline ferrique seule ou combinée avec diverses teintures cytoplasmatiques.

Les coupes examinées à un faible grossissement montrent que l'organe est constitué par des lobules testiculaires très volumineux. On peut les apercevoir à l'œil nu. Ces lobules mesurent en moyenne 1 millimètre à 1 millimètre et demi, quelquefois même 2 millimètres de diamètre. On peut en observer de plus petits et aussi de plus volumineux. Les plus petits sont en général localisés vers la région centrale, dans le voisinage du *rete testis* qui occupe une région para-axiale, à l'union du tiers interne avec les deux tiers externes de l'organe. Ces lobules ne sont pas limités par des tractus conjonctifs relativement épais, tels qu'on les observe chez le Porc. Ils sont au contraire à peine indiqués : ils renferment les plus gros troncs vasculaires, artérioles et veinules. Ces lobules présentent des formes variables. Ils sont polygonaux le plus souvent, mais ils sont aussi triangulaires, rectangulaires ou irrégulièrement arrondis. Chacun d'eux renferme plusieurs tubes séminifères, généralement au nombre de trois à six. Tel est du moins le nombre de tubes qu'on peut compter sur les coupes ; mais on ne peut préjuger avec certitude de leur nombre véritable, étant donné qu'un même canalicule peut être intéressé par la coupe en deux points de son trajet. Ces tubes ont un diamètre très réduit dans le testicule du fœtus de 32 centimètres et ils ne possèdent pas de lumière centrale. Ils sont noyés dans une masse énorme de cellules interstitielles serrées les unes contre les autres en une formation glandulaire compacte qui constitue la masse presque totale des lobules testiculaires. Cette masse de cellules interstitielles sépare les tubes séminifères qui sont rejetés à des distances considérables les uns des autres. Il est rare qu'on puisse en observer plus de deux ou trois dans le champ du microscope avec un grossissement faible, de 80 diamètres par exemple ; les espaces intertubulaires sont souvent assez vastes pour remplir totalement le champ du microscope (fig. 1).

Tout autour des tubes séminifères, on constate une zone assez

épaisse de noyaux très serrés les uns contre les autres et disposés en séries concentriques. Ces noyaux sont d'autant plus petits et d'autant plus colorés qu'on considère des régions plus voisines de la membrane propre. Ils deviennent de plus en plus volumineux de dedans en dehors, s'entourent d'un cytoplasme plus abondant et les cellules ainsi constituées se continuent insensiblement avec le tissu interstitiel ambiant. On trouve aussi, mais plus rarement, de semblables assises nucléaires autour de certains vaisseaux sanguins. Nous désignerons ces régions sous le nom de *zones germinatives péricanaliculaires et périvasculaires* des cellules interstitielles. Nous verrons plus loin la raison de cette dénomination. (fig. 2.)

Tout le reste du lobule est formé par des cellules interstitielles. Celles-ci possèdent une forme assez régulièrement polyédrique. Les assises qu'elles constituent ne présentent pas de systématisation nette dans l'intérieur du lobule. Les couches les plus internes sont orientées concentriquement autour des tubes séminaux ; il n'en est pas de même plus en dehors où les cellules ne présentent pas de disposition particulière. Un très grand nombre de capillaires, gorgés de globules sanguins, se ramifient à l'intérieur du lobule. Les cellules interstitielles adjacentes peuvent s'orienter radiairement autour de ces vaisseaux sanguins, qui apparaissent alors comme une lumière glandulaire. Mais cet aspect n'est pas constant. Ces capillaires sont surtout abondants autour du lobule et dessinent à ce niveau des mailles très allongées dont le grand axe est parallèle à la périphérie lobulaire. Les cellules interstitielles forment des cordons à l'intérieur de ces mailles ; elles y sont disposées sur une seule ou sur deux rangées, et se trouvent alors en contact avec les vaisseaux sanguins par une ou par deux de leurs faces latérales. Ces traînées rappellent la disposition de la zone fasciculée de la capsule surrénale.

Les lobules glandulaires sont séparés les uns des autres par de fins tractus conjonctifs, comme nous l'avons vu plus haut. Ces tractus se dissocient en lamelles conjonctives qui sont les supports des plus gros vaisseaux sanguins, artérioles ou veinules. Les espaces compris

entre ces lamelles sont occupés également par des cellules interstitielles qui constituent dans leur ensemble des *systèmes périlobulaires*. Ces systèmes périlobulaires ne présentent pas partout la même épaisseur autour d'un lobule ; ils sont souvent de faible importance et font quelquefois totalement défaut.

L'examen des coupes à l'aide d'un grossissement considérable va nous renseigner sur la structure des canalicules séminifères embryonnaires, sur celle des cellules interstitielles fœtales, et sur celle des zones de prolifération péricanaliculaires et périvasculaires.

A. Les tubes séminifères possèdent leur structure embryonnaire. Ils sont constitués par une membrane propre très mince, tapissée en dehors par des cellules conjonctives dont on voit les noyaux aplatis, et garnie en dedans par les deux sortes d'éléments qu'on rencontre dans les organes embryonnaires ou jeunes. Ce sont les petites et les grandes cellules germinatives. Les premières sont représentées par des noyaux ovalaires, disposés les uns à côté des autres sur une seule rangée et orientés perpendiculairement contre la face interne de la membrane propre. Ces noyaux sont plongés dans une masse plasmatique indivise. Les grandes cellules germinatives sont de volumineux éléments clairs qui occupent le plus souvent le centre du tube séminal. Celui-ci ne renferme donc pas de lumière à ce stade du développement. Le diamètre des tubes séminifères est très réduit. Il mesure en moyenne 60 à 80 μ.

B. Les cellules interstitielles présentent, chez les fœtus de 22 à 42 centimètres, une structure intéressante par l'existence dans leur cytoplasma d'une formation qui est l'homologue du *trophosponge* de Holmgren.

Ces cellules interstitielles fœtales sont de volumineux éléments polyédriques dont le Prof. Tourneux a déjà signalé les principales particularités morphologiques [1]. Le noyau arrondi est rejeté excentri-

[1] Des cellules interstitielles du testicule. (*Journal de l'Anat. et de la Phys.* T. XV, 1879).

quement sur un côté de la cellule (fig. 3) : il présente quelquefois des bords irréguliers et envoie de courts prolongements dans le cytoplasma. Il renferme, au milieu d'un réticulum chromatique assez dense, un ou plusieurs nucléoles ; ceux-ci sont constitués de deux parties, une partie très chromatique, formée de plusieurs nucléoles principaux et une partie moins chromatique, corps juxtanucléolaire ou nucléole accessoire. Nous avons déjà constaté la même structure nucléolaire dans les cellules interstitielles du Porc ; nous rappellerons seulement ici que cette structure nucléolaire est caractéristique des éléments dont le métabolisme est très intense, en particulier des cellules glandulaires (Lönnberg, Ch. Garnier, etc.).

Le protoplasme de ces cellules est à peu près homogène. Il présente une zone interne condensée, ou endoplasme, et une zone externe, périphérique, moins condensée ou exoplasme (fig. 3). Celui-ci renferme une mince bordure de fines vacuoles claires, remplies de produits de sécrétion. Ces vacuoles ne nous ont pas paru exister dans toutes les cellules. Au centre de l'endoplasme et en face du noyau, on voit un espace clair, arrondi et incolore, quand les coupes ont été traitées par l'hématoxyline ferrique sans action consécutive des teintures cytoplasmiques. Deux grains punctiformes, accolés l'un contre l'autre et colorés en noir intense, s'observent au milieu de cet espace. Ce sont des centrioles. La figure 3 représente l'aspect offert par les cellules interstitielles après fixation par le formol picro-acétique et emploi de la méthode de coloration sus-indiquée. Le traitement consécutif des coupes par une teinture cytoplasmique très élective, comme la fuchsine acide ou la méthyleosine seules ou associées à l'orange G, donne des renseignements complémentaires sur la structure de ce centre cellulaire. Les doubles granules se montrent alors englobés dans une sphère dense, arrondie, ou légèrement ovalaire, nettement délimitée de la substance cytoplasmique ambiante. La sphère acidophile est entourée par une zone claire, assez étroite, qui se continue en dehors avec la substance plus foncée de l'endoplasme. Ce centre cellulaire rappelle donc le centrosome

et la sphère attractive qu'on observe dans certaines cellules pendant la mitose. La sphère achromatique avec ses deux granules est comparable au centrosome ; la zone claire peut être identifiée avec la zone médullaire de la sphère attractive. Nous n'avons pas vu en dehors de la zone médullaire une bande annulaire sombre que nous aurions pu homologuer avec la zone corticale. Mais celle-ci s'est sans doute fusionnée avec la substance de l'endoplasme. Nous n'avons pas constaté l'existence d'irradiations astériennes autour de ce centrosome, analogues par exemple à celles que Heidenhain et Ballowitz ont représentées dans certains éléments au repos cinétique (leucocytes, épithélium superficiel des Salpes). Dans la grande majorité des cas, les éléments tissulaires possèdent seulement les deux granules, qui sont à nu dans le corps cellulaire et qui ne sont pas entourés d'enveloppes cytoplasmiques. Boveri les considère comme des centrosomes vrais, dans lesquels l'imperfection de nos procédés techniques actuels ne permet pas de déceler l'existence des centrioles, qu'on observe facilement dans les centrosomes plus volumineux de beaucoup de cellules en mitose. L'observation du centre cellulaire des cellules interstitielles démontre qu'on peut trouver dans les éléments tissulaires des centrosomes vrais avec enveloppe achromatique arrondie et deux centrioles punctiformes. Ce sont de tels centrioles que nous avons déjà signalés dans les cellules interstitielles du Porc : ils avaient été également observés dans les cellules interstitielles de l'Homme et du Chat par Lenhossék et dans celles du Rat par Regaud et Sénat. Dans tous les cas, notre observation indique qu'une enveloppe achromatique secondaire peut s'édifier autour des centrioles dans certaines cellules tissulaires et constituer ainsi de vrais centrosomes. Elle contribue à renforcer l'opinion, déjà émise par Meves et l'un de nous, qui considère les doubles granules des cellules tissulaires comme des centrioles et non comme des centrosomes.

Le protoplasme des cellules interstitielles chez le fœtus de Cheval de 32 à 42 centimètres présente avec une netteté remarquable une

formation qui rappelle le *trophosponge* de HOLMGREN[1]. Cet auteur a constaté dans un grand nombre d'éléments des réseaux formés par les prolongements anastomosés de cellules multipolaires interstitielles. Il a appelé *trophosponge* cette formation réticulée parce qu'elle est sans doute en rapport avec les échanges nutritifs de la cellule, et *trophocytes* les cellules ramifiées qui envoient leurs expansions dans le corps cytoplasmique. Le réseau intracellulaire peut se canaliser par une sorte de liquéfaction du trophosponge, et ces canaux doivent être interprétés comme une transformation substantielle locale. Il les désigne sous le nom de *canalicules du suc*. L'auteur a découvert ces formations dans les cellules nerveuses, dans les cellules intestinales, surtout dans les cellules de Paneth, dans les cellules épithéliales superficielles de l'estomac, de l'utérus, dans l'épididyme, dans les cellules du pancréas, des capsules surrénales, du foie, dans les cellules déciduales, dans les cellules géantes de la moelle des os. De telles formations canaliculaires ont été également observées dans les éléments les plus divers par un grand nombre d'auteurs, par BETHE, DONAGGIO, FRAGNITO, KOPSCH, LUGARO, NELIS, SMIRNOW, SOLGER, STUDNICKA, etc... dans les cellules nerveuses, par RINA MONTI dans les cellules intestinales, par FUCHS dans les cellules épididymaires, par CIACCIO, LANDAU, STILLING dans les cellules des capsules surrénales, par BROWICZ, KUPFER, SCHÄFER dans les cellules hépatiques, par RETZIUS dans les cellules géantes de la moelle des os.

HOLMGREN divise les cellules où il a rencontré le trophosponge en plusieurs catégories d'après la distribution intracellulaire du réseau et d'après les rapports de ces cellules avec les trophocytes. La première catégorie comprend les cellules où le trophosponge est localisé en un endroit spécial des cellules. Telles sont les cellules cylindriques épithéliales. Le trophosponge occupe, sous la forme d'un réseau en panier, la zone interne des cellules entre le noyau et la surface cellulaire. Il pense qu'il est formé par des prolongements lamelleux qui s'insinuent entre les faces latérales des cellules cylindriques et

[1] Beiträge zur Morphologie der Zelle. (*Anat. Hefte*. Bd. XXV, 1904).

qui proviennent d'éléments accessoires situés au niveau de leur partie basale. La seconde catégorie renferme les cellules dont le trophosponge se ramifie dans tout le corps cytoplasmique ; les trophocytes entourent ces cellules de toute part. Telles sont les cellules nerveuses, les cellules des îlots de Langerhans du pancréas, les cellules des capsules surrénales, les cellules déciduales et les cellules géantes de la moelle des os.

Ces formations se présentent dans les cellules interstitielles du fœtus de Cheval avec un développement et une netteté remarquables. Etant donné le petit nombre de pièces que nous avons eues à notre disposition, nous n'avons pu utiliser la technique spéciale de Holmgren et les observations que nous avons pu faire ont été réalisées après l'emploi des méthodes de fixation et de coloration usuelles, surtout après fixation par le bichromate acétique et coloration par l'hématoxyline de Delafield et la méthyléosine-orange. L'examen de ces cellules à un fort grossissement permet de constater qu'elles sont parcourues par un réseau de canalicules plus ou moins larges et plus ou moins abondants. Ces canalicules répondent surtout à la région cellulaire dépourvue de noyau. Ils s'ouvrent à la phériphérie de la cellule et communiquent avec les espaces intercellulaires. Ils se ramifient dans tout ce territoire cytoplasmique qui est constitué par l'exoplasme et l'endoplasme, en présentant les ramifications les plus nombreuses dans la région périphérique de ce dernier ; mais on en trouve aussi dans le pôle opposé de la cellule, dans cet étroit territoire cytoplasmique compris entre le noyau et la membrane cellulaire.

Les cellules interstitielles doivent donc être rangées dans la seconde catégorie de Holmgren. La direction des canalicules intracellulaires est fort variable. Les uns traversent une partie du corps cytoplasmique en direction rectiligne ou légèrement incurvée et se divisent en plusieurs branches au niveau de leur extrémité ; les autres décrivent des flexuosités nombreuses et se ramifient en plusieurs canalicules qui se pelotonnent sur eux-mêmes dans un territoire

restreint du corps cellulaire. D'autres encore débouchent à la périphérie de la cellule par un canal court et très large dont l'extrémité intracellulaire se subdivise en un nombre relativement grand de canalicules minces et incurvés qui divergent et se ramifient dans toutes les directions. Ces canalicules entourent parfois le noyau de leurs expansions anastomosées : il en est de même aussi du centrosome et de la sphère qui, dans certains cas, paraissent isolées par un espace vide qui les cerne complètement. Ces canalicules, dans la majorité des cas, donnent l'impression d'avoir été découpés dans la substance cellulaire ; leurs bords sont nets et limités par une légère condensation cytoplasmique. Souvent aussi, surtout quand la préparation a été colorée par l'éosine ou la fuchsine acide, les bords des canalicules du suc sont nettement colorés en rose. D'après l'interprétation de Holmgren, ces chemins intracellulaires doivent être produits par la liquéfaction du réseau trophospongial. Nous avons cherché à voir ce réseau lui-même, mais nous n'avons pu faire à ce sujet des observations très précises. Nous avons vu cependant dans les jeunes cellules interstitielles qui se trouvent à la périphérie de la zone germinative, des réseaux intracytoplasmiques peu développés, et formés d'une substance foncée, réticulaire, à bords peu nets et vacuolaire par places. Ce sont là des images se rapportant à celles que Holmgren a décrites et représentées dans certaines cellules, dans celles de l'épididyme par exemple, au début de la liquéfaction du trophospongium. Nous ajouterons enfin que cette dissolution du trophosponge est peut-être due, dans toutes les cellules que nous avons examinées, à ce que nos pièces n'ont presque jamais été fixées dans un état de fraîcheur absolue, les fœtus nous étant envoyés de l'abattoir plusieurs heures après leur extirpation de l'utérus.

Nous avons d'autre part porté notre attention sur les cellules conjonctives situées entre les cellules interstitielles. Elles sont disposées en assez grand nombre autour de ces derniers éléments. Elles sont formées par un noyau allongé et étroit et par un corps cytoplasmique aplati qui envoie des expansions lamelleuses entre les faces adjacentes

des cellules interstitielles. Elles paraissent avoir conservé les principaux caractères morphologiques des cellules mésenchymateuses dont elles dérivent. Leurs expansions lamelleuses se ramifient en effet dans plusieurs directions et ces ramifications s'anastomosent avec les ramifications semblables venues des cellules voisines. Nous avons étudié les dispositions des expansions protoplasmiques de ces cellules conjonctives et recherché leurs connexions avec les orifices périphériques des canalicules du suc intracellulaires. Dans certains cas, nous avons vu les extrémités de ces expansions cytoplasmiques nettement orientées vers les orifices en question, mais ces expansions sont d'une extrême délicatesse et difficiles à distinguer. Nous sommes donc tentés de considérer les cellules conjonctives étoilées qui sont situées entre les cellules interstitielles du testicule fœtal comme des trophocytes, mais nous n'avons pas obtenu la démonstration absolue d'un trophosponge constitué par les expansions anastomosées des éléments conjonctifs péricellulaires.

Les zones germinatives, dont il a été question ci-dessus, représentent les régions du testicule fœtal où se réalise avec une intensité remarquable la production des nouveaux éléments interstitiels (fig. 2). Les *zones germinatives péritubulaires* sont constituées par un grand nombre d'éléments disposés en strates concentriques autour de la membrane propre. On voit seulement les noyaux de ces cellules à un premier examen. Ces noyaux sont très serrés les uns contre les autres dans la zone immédiatement contiguë à la membrane propre ; ils le sont moins dans une zone plus externe ; plus en dehors encore ils s'entourent d'une couche de cytoplasme dont l'épaisseur augmente rapidement sur les cellules les plus externes de cette zone, qui se confondent alors avec les éléments interstitiels du lobule. Les cellules constitutives de la zone germinative la plus interne appartiennent à deux types morphologiques distincts. Les unes sont constituées par des noyaux arrondis ou le plus souvent allongés, avec une membrane nucléaire nette, un suc nucléaire incolore et un réseau chromatique distinct. Ces noyaux sont entourés par un corps proto-

plasmique très grêle, à peine visible, qui se termine à ses deux extrémités par des expansions lamelleuses qui s'insinuent entre les cellules voisines. Ces éléments représentent des cellules conjonctives jeunes, possédant encore les caractères des cellules mésenchymateuses ; elles sont demeurées en leur état primitif autour des canalicules séminifères sans se différencier en cellules interstitielles. Les cellules du second type se distinguent tout de suite par l'aspect particulier de leur noyau. Celui-ci représente un petit bloc de chromatine compact ou formé de granulations très serrées les unes contre les autres et très colorables par les matières tinctoriales basiques. De tels noyaux sont arrondis ou bourgeonnants. Ils sont entourés d'une mince couche de cytoplasma difficilement visible. Ces éléments sont disséminés par amas ou par traînées dans toute la région péricanaliculaire ; on les trouve aussi disséminés parmi les cellules conjonctives jeunes.

Quelle est la nature de ces derniers éléments? Remarquons tout d'abord qu'ils existent en nombre plus ou moins considérable autour des vaisseaux sanguins. On en trouve souvent de grandes quantités autour des gros capillaires, à vaste lumière bourrée d'hématies ; leur nombre est beaucoup moins considérable autour des capillaires de petites dimensions. Ajoutons qu'ils n'accompagnent pas forcément tous les capillaires. Ce sont les capillaires de la région péricanaliculaire qui en sont plus spécialement entourés. D'autre part, si on examine les éléments contenus dans les lumières vasculaires, il n'est pas rare d'y observer des cellules possédant tous les caractères des précédentes. Ces cellules sont quelquefois situées au centre de cette lumière, mais le plus souvent elles sont appliquées contre la face interne de la paroi endothéliale. Ce sont des globules blancs. Ceux-ci sont amenés par le courant sanguin dans certains territoires vasculaires de la glande interstitielle, sortent des vaisseaux par diapédèse et s'amassent en grand nombre autour de ces derniers. Ils s'éloignent ensuite de ces foyers d'origine et se répandent dans les interstices conjonctifs péricanaliculaires grâce à leurs mouvements amiboïdes.

On trouve également ces deux sortes d'éléments, mais en beaucoup moins grande abondance, dans l'intérieur des lobules glandulaires, et autour des artérioles, des veinules ou des capillaires sanguins. Les cellules conjonctives y sont très rares, mais on peut quelquefois apercevoir des traînées de leucocytes autour de ces formations. Les leucocytes et les cellules conjonctives jeunes disposés autour des vaisseaux sanguins constituent ce que nous avons appelé les *zones germinatives périvasculaires*.

Une active multiplication cellulaire et une rapide transformation des cellules indifférentes en cellules interstitielles se réalisent au niveau de ces zones germinatives. Les phénomènes de multiplication cellulaire se produisent par voie amitosique et mitosique. Les amitoses se manifestent sur les cellules conjonctives et sur les globules blancs ; le noyau de ces éléments s'étrangle et le pont qui en réunit les deux moitiés se rompt ensuite. La division du corps cytoplasmique suit immédiatement celle du noyau. La segmentation nucléaire se produit également par clivage, c'est-à-dire par la formation dans le noyau d'une fissure étroite et linéaire. Les cellules conjonctives seules, croyons-nous, se multiplient par voie mitosique. Leurs noyaux s'arrondissent, leur chromatine se condense, un spirème, puis des chromosomes se constituent et se distribuent aux deux cellules-filles. Ces mitoses se rencontrent avec une assez grande fréquence dans les zones germinatives péritubulaires (fig. 2). Elles sont beaucoup plus rares dans les autres régions du testicule.

Cette multiplication cellulaire continue pendant une longue période de la vie fœtale. Elle se manifeste avec une grande intensité dans les testicules de fœtus mesurant 32 centimètres de longueur ; elle persiste encore dans les organes de fœtus âgés de 6 mois. De cette manière s'expliquent l'accroissement très considérable du nombre des cellules interstitielles au cours de la vie fœtale et le volume qu'acquièrent les organes sexuels mâles pendant cette période.

Les cellules de la zone germinative, globules blancs et cellules conjonctives, se transforment peu à peu en cellules interstitielles, et

cette transformation est d'autant plus avancée qu'on considère des régions plus éloignées des canalicules séminifères. Le cytoplasme de ces éléments augmente peu à peu de volume et, en même temps, leur noyau subit des transformations profondes. Le noyau des cellules conjonctives, le plus souvent allongé et irrégulier, s'arrondit progressivement ; son réticulum chromatique devient moins serré et ses mailles s'orientent vers un nucléole qui s'est différencié en son centre et qui présente tout de suite la structure complexe que nous avons déjà signalée. Le noyau des leucocytes, d'abord petit et très chromatique, s'arrondit et devient plus volumineux : sa chromatine se fragmente en granules de plus en plus ténus, et ceux-ci se dispersent dans toute l'étendue de l'aire nucléaire, puis se disposent suivant un réticulum chromatique centré vers un ou deux nucléoles.

Le noyau des jeunes cellules interstitielles devient de plus en plus excentrique au fur et à mesure que le cytoplasme augmente de volume. On peut alors constater l'existence, au sein de ce dernier, de deux granules punctiformes qui représentent deux centrioles. C'est à un stade plus avancé de l'évolution des cellules interstitielles que ces centrioles s'entourent d'une enveloppe achromatique centrosomienne et d'une auréole claire qui représente la zone médullaire de la sphère attractive. La première différenciation du trophosponge se manifeste également quand la masse cytoplasmique présente déjà une certaine abondance et quand le noyau est devenu excentrique. Il est alors, comme nous l'avons vu, représenté par quelques canalicules qui se ramifient dans la zone périphérique de la cellule. Dans certains cas, nous avons observé dans le cytoplasme, au lieu d'un réseau canaliculaire, un réseau de filaments très fortement teintés en rouge après coloration par l'hématoxyline et la méthyléosine-orange. Il est vraisemblable que c'est la transformation substantielle de ce trophosponge qui donne naissance au réseau des canalicules du suc, selon la conception de Holmgren. Ajoutons enfin qu'un certain nombre parmi les cellules conjonctives de la zone germinative ne subissent pas les processus sus-indiqués. Elles persistent

avec leurs caractères parmi les cellules qui subissent une plus haute différenciation. Elles se trouvent disséminées parmi ces dernières et les enlacent dans leurs expansions lamelleuses. Il est très vraisemblable qu'elles jouent vis-à-vis d'elles le rôle de « trophocytes ».

Quand les cellules interstitielles sont parvenues à leur développement complet, elles se chargent de produits de sécrétion qui s'accumulent dans leur partie externe ou exoplasme. Cette sécrétion est constituée par une substance qui se concrète sous forme de sphérules claires, incolores après emploi des méthodes techniques ordinaires, et placées dans les mailles d'un protoplasme spongieux. Elles sont surtout abondantes dans la région qui est opposée au noyau, et qui est souvent en rapport avec un capillaire sanguin. Les processus sécrétoires des cellules interstitielles peuvent se manifester par zones testiculaires ; ils sont très actifs dans certains lobules et à peu près absents dans un grand nombre d'autres.

Il résulte de cette étude sur la néogenèse des nouvelles cellules interstitielles au cours du développement fœtal, que les globules blancs issus des vaisseaux par diapédèse prennent part à leur constitution aussi bien que les cellules conjonctives. Cette transformation et cette évolution des globules blancs sont de toute évidence. Nous n'avons rien vu de semblable dans notre étude antérieure sur l'histogenèse de la glande interstitielle chez le Porc. Nous sommes donc amenés à confirmer ici l'opinion émise par Regaud et Sénat[1] sur l'origine des cellules interstitielles chez le Rat. Ces auteurs distinguent quatre types de cellules interstitielles dans cet objet : le type jeune, le type adulte, le type sénile, le type décrépit. Les cellules du type jeune sont *difficiles à distinguer parfois de certains leucocytes* et de certaines cellules périvasculaires. Les noyaux de ces éléments peuvent être arrondis et entourés d'une faible quantité de cytoplasma. La structure de ces noyaux est caractéristique : ils sont constitués par une masse chromatique très colorable et homogène.

[1] Contribution à l'étude du tissu conjonctif du testicule. Thèse Lyon, 1900.

On constate de très bonne heure un diplosome dans le cytoplasme, en face d'un léger aplatissement nucléaire. On trouve aussi un grand nombre d'autres cellules interstitielles jeunes « dont le noyau est incisé ou lobé et le protoplasme peu abondant ; ces dernières constituent une variété à limites imprécises, intermédiaire entre le leucocyte ou certaines cellules périvasculaires, d'une part, et les cellules interstitielles jeunes, typiques, d'autre part. » Regaud et Sénat se demandent si les cellules mésodermiques jeunes et périvasculaires qu'on observe dans le tissu conjonctif du testicule du Rat ne sont pas d'origine leucocytaire. Il est très vraisemblable que les éléments mésodermiques auxquels les auteurs font allusion sont homologues aux cellules des zones germinatives péritubulaires et périvasculaires que nous considérons comme éléments conjonctifs jeunes ou mésenchymateux, et nous sommes entièrement d'accord avec ces auteurs quand ils considèrent que les celllules interstitielles résultent de leur transformation. Contrairement à leur manière de voir, nous admettons qu'ils se divisent fréquemment par voie mitosique et amitosique ; ce fait explique leur régénération constante et l'épaisseur de plus en plus grande des zones germinatives chez les fœtus de plus en plus âgés. D'autre part, nous avons suivi la transformation des cellules migratrices en cellules interstitielles ; les deux sortes d'éléments cellulaires précédemment décrits, globules blancs et cellules conjonctives jeunes ne se transforment donc pas nécessairement l'un dans l'autre, chez le fœtus de Cheval du moins, avant d'évoluer vers le type cellule interstitielle.

Nous n'avons pu suivre plus loin l'évolution de la glande interstitielle fœtale. Nous n'avons pu obtenir des testicules de fœtus plus âgés que 7 mois, et n'avons pu élucider la question de savoir à quel moment cet organe atteint son développement maximum et à quel moment il commence son évolution régressive. Dans tous les cas, le développement énorme présenté par la glande interstitielle du Cheval pendant l'état fœtal est du plus haut intérêt au point de vue physiologique ; c'est certainement, à cette période de l'ontogenèse, la glande

à sécrétion interne la plus volumineuse de l'économie, les tubes séminaux constituant une partie presque absolument insignifiante de la masse testiculaire.

II. — *Testicule et Glande interstitielle du Cheval impubère.*

a) Poulain de 3 mois 1/2. — Les testicules du jeune Poulain de 3 à 4 mois sont beaucoup moins volumineux que ceux du fœtus de 6 à 7 mois. Leur poids est de 7 à 8 grammes pour chaque testicule. Ils sont entourés par une membrane albuginée conjonctive très épaisse. Sur une coupe transversale pratiquée à frais, on voit que l'albuginée envoie dans l'intérieur de l'organe des tractus fibreux, blanchâtres, qui convergent les uns vers les autres et se réunissent au niveau du corps d'Highmore. Le parenchyme est coloré en brun très foncé.

Les coupes exécutées après fixation par le formol à 20 0/0 et coloration par l'hématoxyline de Delafield montrent que le testicule présente une structure absolument différente de celle qu'il possède à l'état fœtal.

Les tubes séminifères y sont plus serrés les uns contre les autres que dans l'organe fœtal. Ils sont rassemblés, au nombre de 4 à 5, en îlots séparés les uns des autres par de vastes espaces conjonctifs Ces tubes présentent toujours le même diamètre et la même structure. Ils sont plongés dans un tissu conjonctif abondant qui renferme des *cellules interstitielles de nouvelle formation et à caractères morphologiques particuliers.*

Le tissu conjonctif forme des travées denses et épaisses qui partent de l'albuginée, irradient vers le corps d'Highmore, et cloisonnent irrégulièrement l'organe en lobules assez mal individualisés. Ces travées se subdivisent en faisceaux plus petits qui pénètrent dans l'intérieur des lobules, s'y ramifient et se perdent dans la trame conjonctive interstitielle. Celle-ci est formée de faisceaux très délicats, enlacés dans tous les sens et accompagnés de nombreuses cellules connectives. Ils limitent des

mailles étroites dans l'intérieur desquelles on distingue souvent des cellules migratrices. Les fibres et les cellules conjonctives sont plus abondantes autour des tubes séminifères. Dans le voisinage de ceux-ci, on constate à un faible grossissement des noyaux très serrés les uns contre les autres : de tels amas nucléaires se rencontrent aussi dans les espaces conjonctifs à une certaine distance des tubes séminifères.

Ces amas nucléaires, observés à un grossissement considérable, nous fournissent certains renseignements sur les dernières phases dégénératives de la glande interstitielle fœtale. On distingue en effet, au milieu de ces amas, un plus ou moins grand nombre de cellules qui rappellent nettement les éléments interstitiels fœtaux. Ce sont des cellules de tailles très diverses, dont les unes ont conservé de grandes dimensions et dont les autres sont très réduites à la suite d'une dégénérescence avancée de leur corps cellulaire. Les plus grands de ces éléments présentent des caractères morphologiques qui permettent de les identifier facilement. Par la situation excentrique de leur noyau, par la structure de leur cytoplasme encore divisé en deux zones assez nettement distinctes, l'endoplasme et l'exoplasme, par l'existence d'un diplosome juxtanucléaire, par la structure de leur appareil nucléaire, et enfin et surtout par l'existence dans leur cytoplasme d'un réseau canaliculaire encore assez net, ces éléments rappellent à n'en pas douter les éléments interstitiels fœtaux et en représentent les derniers vestiges. Mais les testicules de Poulain de 3-4 mois présentent rarement des cellules interstitielles fœtales avec les caractères sus-indiqués. Le plus souvent, à cette période, ces cellules sont déjà en pleine nécrobiose. Les cellules interstitielles fœtales se résorbent le plus souvent à la suite d'une sorte de fonte graduelle de leur cytoplasme et de leur noyau. Les contours de la cellule s'estompent, ses bords paraissent rongés, la cellule diminue ainsi de dimensions et n'est plus formée que par une masse très restreinte de cytoplasma. Le noyau peut subir à l'intérieur de ce cytoplasme toutes sortes de transformations régressives. La plus commune consiste dans la rétraction

de la chromatine nucléaire en une sphérule dense et homogène ; c'est la dégénérescence nucléaire désignée sous le nom de *pycnose*. D'autres cellules interstitielles disparaissent à la suite d'une fonte granuleuse de leur cytoplasme. On voit par place des amas de cellules dont le corps cellulaire est rempli par une masse de granulations cytoptasmiques de volume variable : cet aspect rappelle la variété de nécrobiose cytoplasmatique désignée sous le mon de *plasmarrhexis*. Les noyaux de ces cellules sont transformés en une masse chromatique compacte, étirée en bandes irrégulières et minces, ou concrétée en sphérules plus ou moins volumineuses, ou encore pulvérisée en granules qui se disséminent parmi les déchets cytoplasmiques (*caryorrhexis*). Ces vastes foyers de dégénérescence granuleuse sont relativement rares chez le Poulain de 4 mois ; mais on peut constater par endroits les résultats éloignés de ces processus. On observe en effet des territoires testiculaires constitués par des mailles étroites, irrégulières, limitées par des cellules étoilées dont les prolongements se confondent avec les prolongements semblables issus des cellules voisines.

Les lumières de ces mailles renferment souvent des granulations cytoplasmiques et des noyaux en voie de résorption ; elles sont complètement vides dans beaucoup d'autres cas. Ces lumières représentent les espaces primitivement occupés par les cellules interstitielles fœtales ; les granulations cytoplasmiques et chromatiques en constituent les derniers restes. Les cellules conjonctives qui limitent ces mailles représentent les éléments mésodermiques qui entouraient les cellules interstitielles fœtales et que nous avons considérés comme leurs trophocytes. Ceux-ci ne dégénèrent pas avec les cellules interstitielles mais subsistent dans les espaces intertubulaires et prennent part à la constitution du tissu conjonctif du testicule.

On observe un grand nombre de globules blancs dans ces espaces conjonctifs, surtout dans le voisinage des foyers de nécrobiose ; mais nous n'avons pu saisir sur le fait aucun processus évident de phagocytose. Nous ne savons donc pas s'ils participent à la résorption défi-

nitive des détritus provenant de la désintégration des cellules interstitielles fœtales.

Enfin *de nombreuses cellules interstitielles d'un type nouveau se trouvent disséminée dans les espaces conjonctifs*. Nous ne savons rien de leur origine, n'ayant pas eu à notre disposition des organes de Poulains suffisamment jeunes pour observer leur première différenciation. Ces cellules interstitielles présentent ce caractère fondamental d'être bourrées de granulations colorées normalement en jaune brunâtre. C'est pourquoi nous les avons désignées sous le nom de *cellules interstitielles à granulations xanthiques* ou *xanthochromes*, ou plus simplement sous le nom de *cellules interstitielles xanthochromes*. Elles constituent dans leur ensemble une nouvelle glande interstitielle, différente de la précédente par le nombre et la morphologie de ses éléments constitutifs ; elle est caractéristique du testicule du Cheval impubère. Nous en étudierons plus loin les particularités morphologiques.

B. Poulains de 9 mois et 9 mois 1/2. — Les testicules de ces animaux sont toujours de taille très réduite et notablement inférieure à celle des testicules de fœtus de 6 à 7 mois. Le poids de chaque testicule atteint environ 10 à 15 grammes. Ils sont toujours enveloppés d'une albuginée épaisse et résistante d'où se détachent des tractus fibreux blanchâtres qui cloisonnent l'organe en lobules. Une coupe transversale exécutée à frais montre qu'il est constitué par un tissu coloré en brun foncé ; mais cette coloration est moins intense, moins saturée que chez l'animal de 3 à 4 mois.

Les coupes assez vastes de ces organes examinées à un faible grossissement nous montrent que les tubes séminifères ont augmenté de dimensions et d'importance, que le tissu conjonctif intertubulaire est plus réduit que dans les organes précédents, et que les cellules interstitielles xanthochromes infiltrent en assez grand nombre les espaces intercanaliculaires.

Les tubes séminaux de ces organes, au lieu d'être réunis en petits amas et isolés les uns des autres par de vastes espaces conjonctifs,

sont au contraire plus régulièrement disséminés dans le parenchyme testiculaire. Ils ont augmenté de longueur et de diamètre. Leur augmentation de longueur se manifeste par les sinuosités plus accentuées qu'ils décrivent et par le nombre des sections obliques qu'on rencontre dans les coupes. Leur diamètre paraît avoir doublé environ; ils présentent alors une lumière centrale. Les petites cellules germinatives se sont écartées légèrement les unes des autres et les grandes cellules germinatives, primitivement localisées dans la lumière canaliculaire, ont pris place en grand nombre parmi les précédentes contre la face interne de la membrane propre.

Les cellules interstitielles xanthochromes se présentent, dans ces organes, sous la forme ou d'éléments isolés ou sous celle d'amas cellulaires plus ou moins volumineux. Elles sont disséminées entre les tubes séminifères et viennent rarement en contact avec leur membrane propre; elles peuvent siéger très loin des tubes séminifères; ce fait s'observe nettement au niveau des vastes espaces conjonctifs qui avoisinent le corps d'Highmore.

Les cellules isolées possèdent des dimensions variables; quelques-unes sont de taille relativement faible (15-20 μ): la plupart atteignent 25 à 40 μ; quelques-unes atteignent des dimensions considérables (50-70 μ). Un examen attentif permet alors de reconnaître que plusieurs cellules sont appliquées les unes contre les autres. Une très fine membrane entoure le volumineux amas cytoplasmique qui peut renfermer trois ou quatre noyaux.

Examinés à un grossissement considérable, ces éléments présentent les caractères cytologiques suivants. Ce sont des cellules ovalaires ou arrondies, entourées d'une très fine membrane d'enveloppe. Leur noyau est relégué contre la face interne de cette membrane, le plus souvent à l'un des pôles de la cellule. Il est petit, aplati ou déformé par le contenu cellulaire. Celui-ci est constitué par une masse granuleuse qui présente soit sans coloration, soit après coloration, un aspect caractéristique. Les granulations constitutives de cette masse sont normalement colorées en jaune brunâtre ou en

jaune vif. On peut s'en rendre compte en dissociant de petits fragments d'organes dans du sérum physiologique et en les examinant à l'état frais. Il en est de même quand on fixe de petits morceaux de testicule dans une solution formolée à 20 0/0 et quand on colore les coupes par l'hématoxyline (fig. 4). Les cellules conservent alors une teinte jaunâtre caractéristique. Ces granulations absorbent cependant plus ou moins les teintures cytoplasmiques et se laissent modifier par les réactifs fixateurs. Elles sont colorées en jaune vif après fixation par le formol picro-acétique et traitement des coupes par l'aurantia et le réactif de Van Giesson. Elles ne se colorent pas par la méthyléosine ; elles retiennent au contraire l'érythrosine qui, en se combinant avec leur teinte normale, leur donne un aspect ocracé ou orangé. Elles deviennent jaune brunâtre après fixation par le bichromate acétique ; elles sont brun clair après séjour prolongé dans le liquide chromo-acétique. Elles présentent une teinte particulière après fixation prolongée par le liquide de Flemming et coloration des coupes par la safranine et le vert lumière. Elles prennent alors une teinte noir verdâtre qui permet de les reconnaître facilement sur les coupes (fig. 10). L'acide osmique les colore en brun foncé. Cette réaction nous montre que ces granulations présentent certaines propriétés de la graisse. Elles sont constituées par une substance qui réduit faiblement l'acide osmique et qui est normalement pigmentée en jaune clair ou en jaune brunâtre. C'est une graisse colorée, ou lipochrome.

La taille de ces granulations est très variable. Les unes sont très petites ; ce sont les plus nombreuses. D'autres sont très grosses et constituent d'énormes vésicules de sécrétion. Celles-ci paraissent être formées par une mince paroi, le plus souvent régulièrement arrondie et par un contenu finement granuleux. Il ne semble pas y avoir de rapport entre le volume de ces vésicules de sécrétion et la la taille des cellules (fig. 7, 8 et 9).

Outre ces cellules bien individualisées, on observe encore fréquemment dans les espaces conjonctifs intertubulaires de vastes amas de

granulations xanthochromes. Ces amas sont semés de noyaux, mais ne montrent pas toujours de limites cellulaires ni de territoires cellulaires. D'autres régions des carrefours intercanaliculaires présentent également des granulations isolées, surtout abondantes dans le voisinage des amas granuleux, et qui infiltrent quelquefois en grand nombre les espaces interfasciculaires du tissu conjonctif. D'où viennent ces amas et ces granulations isolés? Il est possible, sinon vraisemblable, que les amas en question proviennent de fusion en une vaste nappe syncytiale d'un grand nombre de cellules. Nous avons vu que ces éléments peuvent se réunir au nombre de 2, 3, 4, ou 5 en une cellule polynucléée. Ce processus de fusionnement finit peut-être par réunir en une masse syncytiale très volumineuse un nombre beaucoup plus grand de cellules xanthochromes. Quant aux granulations isolées, elles proviennent de la désintégration des cellules xanthochromes ou des amas granuleux ci-dessus indiqués. On saisit souvent sur le fait le processus de la désintégration granuleuse de ces éléments. La mince membrane qui les entoure s'efface, les granulations se séparent les unes des autres et se répandent dans le tissu conjonctif où elles disparaissent peu à peu. Chacun de ces éléments est alors réduit à son noyau et à une faible quantité de cytoplasma.

Quelle est l'origine des cellules interstitielles xanthochromes? Nous ne pouvons actuellement répondre à cette question, n'ayant pas eu à notre disposition des organes de fœtus âgés et de Poulains nouveaux-nés. Ces cellules étaient déjà constituées en grand nombre chez les plus jeunes Poulains dont nous avons eu l'occasion de faire l'étude. Nous n'avons donc pu costater leur première différenciation. Comme le nombre des granulations de lipochrome extracellulaire est beaucoup plus grand chez le Poulain de 3 à 4 mois que chez les Poulains plus âgés, nous nous demandons si ce lipochrome ne se constitue pas aux dépens de la substance des cellules interstitielles fœtales pendant leur dégénérescence massive, et si cette substance n'est pas peu à peu phagocytée par les globules

blanes. Dans tous les cas, l'existence de ces cellules xanthochromes caractérise le testicule de l'animal impubère. Ces cellules accompagnent toujours les tubes séminifères jeunes et disparaissent en majeure partie quand ceux-ci subissent les premières transformations préspermatogénétiques. De plus, ils persistent pendant longtemps dans les régions testiculaires qui conservent après les autres leur structure jeune, persistance qui se prolonge dans certaines zones du testicule jusque vers le 30e et même le 36e mois. Ces faits indiquant donc qu'il existe une relation fonctionnelle entre les cellules interstitielles xanthochromes et les canalicules séminifères jeunes, que ces éléments jouent un rôle particulier, et qu'ils ne représentent très vraisemblablement pas de simples déchets cellulaires absorbés pa les phagocytes.

III. — *Testicules de Cheval pendant l'établissement de la spermatogenèse. Disparition de la glande interstitielle jeune et différenciation de la glande interstitielle définitive.*

A. Poulains de 10 mois 1/2 et de 11 mois. Les testicules de ces animaux sont beaucoup plus volumineux que ceux des Poulains âgés de 9 mois. Chacun d'eux pèse 30 à 40 grammes. Une coupe longitudinale montre déjà à l'œil nu et sur l'organe examiné à frais que la structure de celui-ci commence à subir des transformations profondes. L'albuginée est beaucoup moins épaisse et les tractus connectifs qui cloisonnent le parenchyme sont moins volumineux et moins résistants qu'à la période précédente. La couleur de ce parenchyme s'est sensiblement modifiée. Les régions centrales ont pris une teinte jaune blanchâtre, tandis que les régions périphériques, surtout les extrémités supérieure et inférieure, conservent encore une teinte brun acajou. Cette coloration brunâtre présente son maximum de saturation tout à fait à la périphérie ; elle décroît peu à peu de dehors en dedans pour s'effacer complètement à une faible distance de l'albuginée, distance égale environ à un centimètre au niveau des extré-

mités et à quelques millimètres au niveau de la zone équatoriale du testicule.

L'examen histologique nous renseigne sur les causes de ces profondes transformations macroscopiques. Il est nécessaire, pour les étudier complètement, de faire des coupes de grands fragments de testicule sectionnés au rasoir en tranches minces et fixées dans des liquides très pénétrants, comme le bichromate acétique ou le formol picro-acétique. Il faut aussi prélever de petits fragments dans les diverses régions de l'organe et les fixer dans le liquide de Flemming. Ces coupes montrent que les transformations subies par le testicule sont caractérisées par les modifications des tubes séminifères, par la disparition progressive des cellules interstitielles xanthochromes, par la formation de volumineux amas lymphoïdes, par l'apparition des cellules interstitielles définitives.

a. Les tubes séminifères du Poulain de 10 mois 1/2 sont très serrés les uns contre les autres et sont séparés par une faible quantité de tissu conjonctif qui renferme un assez grand nombre de cellules interstitielles xanthochromes. Leur lumière est beaucoup plus large et leur face interne est toujours tapissée par les grandes et les petites cellules germinatives. Les premiers signes de la transformation histologique des tubes séminifères se sont montrés à nous avec netteté dans les testicules des Poulains de 11 mois. Les tubes séminifères de la région centrale de l'organe sont au début de la prespermatogenèse. Ces tubes se sont allongés et élargis brusquement. Ils sont très serrés les uns contre les autres et décrivent des flexuosités beaucoup plus marquées qu'au stade précédent. Leur lumière est très vaste et se trouve remplie d'un liquide qui se coagule en un réticulum irrégulier après l'action des réactifs fixateurs. Leur membrane propre est toujours tapissée, dans la plupart des tubes, par les cellules germinatives embryonnaires, mais par places, on distingue parmi celles-ci de nouveaux éléments, les spermatogonies et les noyaux des cellules nourricières ou noyaux Sertoliens. Cette différenciation est beaucoup plus accentuée dans d'autres tubes séminifères ; leur face interne est

recouverte exclusivement par le syncytium Sertolien et par des spermatogonies, dont un certain nombre commencent déjà leur transformation en spermatocytes de premier ordre. Mais les canalicules des régions testiculaires périphériques demeurent encore à l'état embryonnaire. En examinant de vastes coupes intéressant par exemple toute la région équatoriale du testicule, on trouve successivement, en allant de l'albuginée vers le corps d'Highmore, toutes les étapes parcourues par les tubes séminifères dans leur transformation progressive. Tout à fait en dehors et contre la face interne de l'albuginée, on observe des tubes très étroits, à structure embryonnaire ; plus en dedans, on trouve une zone de tubes toujours à l'état embryonnaire, mais dont les flexuosités et le diamètre se sont sensiblement accrus ; plus en dedans encore on rencontre une vaste zone de larges tubes serrés les uns contre les autres et où les spermatogonies et les éléments Sertoliens commencent à apparaître ; enfin, vers la région centrale on observe des canalicules en pleine préspermatogenèse, avec des cellules de Sertoli, des spermatogonies et même des spermatocytes. Le processus spermatogénétique s'établit donc progressivement de la région centrale vers la périphérie de l'organe, de l'embouchure des tubes séminifères dans le *rete testis* vers leur extrémité aveugle. Nous ajouterons enfin que ce processus spermatogénétique progresse d'une manière sensiblement homogène dans les tubes constitutifs d'un même lobule testiculaire, mais que les différents lobules voisins ne sont pas nécessairement au même stade. Les extrémités supérieure et inférieure du testicule conservent plus longtemps leur structure embryonnaire que les autres régions périphériques.

b. Les cellules à granulations xanthochromes disparaissent peu à peu au fur et à mesure que la structure des tubes séminifères se complique. Elles s'effacent rapidement quand la préspermatogenèse commence à s'établir. Les espaces conjonctifs situés entre les tubes qui sont en pleine transformation spermatogénétique ne montrent plus que de rares cellules xanthochromes. Elles deviennent plus rares encore entre les tubes en pleine spermatogenèse et sont excep-

tionnelles au stade immédiatement ultérieur. Il en résulte que, sur les coupes de vastes territoires testiculaires, on constate encore un grand nombre de cellules xanthochromes dans la région périphérique, entre les tubes qui possèdent leur structure embryonnaire : elles sont beaucoup moins nombreuses dans la région plus interne et ont disparu presque totalement dans les zones voisines du corps d'Highmore qui sont en préspermatogenèse. Ces éléments présentent des processus nécrobiotiques qui rappellent les dégénérescences hyaline et granuleuse des autres cellules. Le plus souvent, les granulations constitutives de ces éléments disparaissent peu à peu ; leur substance se fusionne en une masse unique, d'abord finement granuleuse, puis à peu près homogène et comparable à la sphère vitreuse formée par le cytoplasme cellulaire pendant la dégénérescence hyaline (fig. 12). Le ou les noyaux se concrètent en même temps et forment peu à peu un bloc chromatique irrégulier qui détient avec énergie les substances tinctoriales basiques. Les cellules ainsi dégénérées diminuent peu à peu de dimensions et finissent par disparaître. Dans d'autres cas, les granulations des cellules xanthochromes se séparent les unes des autres, la fine membrane cellulaire s'efface et ces granulations se disséminent dans les espaces conjonctifs avoisinants où elles se dissolvent peu à peu. Ce processus dégénératif rappelle la « plasmarrhexis » de Klebs et Israel.

c. Outre les cellules interstitielles xanthochromes, les testicules des Poulains de 10 mois 1/2 et de 11 mois nous ont montré une autre formation nouvelle. Il s'agit de vastes *nodules lymphoïdes* qui apparaissent un peu partout dans l'organe testiculaire et qui sont abondants surtout dans le voisinage du corps d'Highmore où ils peuvent être disposés en séries. Ils sont situés dans les espaces conjonctifs qui séparent les lobules spermatiques les uns des autres. On en trouve aussi au-dessous de l'albuginée. Ces nodules sont très volumineux et sont constitués par une masse de cellules lymphatiques jeunes. Ils sont parcourus par un grand nombre de vaisseaux sanguins, qui, en majeure partie, occupent

leur région axiale. On observe souvent à ce niveau un grand nombre de mitoses, de telle sorte que cette région rappelle le centre germinatif du nodule lymphoïde d'un ganglion lymphatique. La périphérie de ces amas lymphoïdes est délimitée par des assises conjonctives disposées en strates concentriques, ayant éte repoussées excentriquement par la croissance de ces nouvelles formations (fig. 5). Nous n'avons pu saisir sur le fait leur mode de genèse. Nous les avons vus pour la première fois dans les testicules des Poulains âgés de 10 mois 1/2 et les avons toujours retrouvés dans les organes des animaux un peu plus âgés. Nous pensons qu'ils se constituent au moment où le testicule jeune va ébaucher ses premières transformations vers l'état adulte. Il se produit sans doute, de place en place dans le testicule, une diapédèse abondante de globules blancs comme celle que nous avons vu se réaliser au niveau de certains vaisseaux du testicule fœtal. Mais ces cellules migratrices, au lieu de subir tout de suite une transformation, comme dans l'organe fœtal, s'amassent dans le voisinage du ou des capillaires en nodules qui peuvent atteindre d'énormes dimensions.

Ces nodules lymphoïdes ne demeurent pas longtemps en cet état. Leurs éléments constitutifs ne tardent pas à se répandre dans les espaces conjonctifs intertubulaires avoisinants. Ils s'insinuent entre les lames conjonctives contiguës, s'y entassent les uns derrière les autres en longues files ou traînées qui irradient fort loin de l'amas originel. Les cellules lymphatiques sont d'autant plus serrées qu'on considère des régions plus voisines de l'amas principal; elles le sont beaucoup moins au niveau de l'extrémité des traînées en question, où ces éléments se répandent isolément ou par petits groupes dans les espaces interfasciculaires (fig. 6). Ces traînées lymphoïdes peuvent irradier assez loin de leur point d'origine, comme le montrent certaines coupes qui les intéressent suivant une grande partie de leur parcours. Une telle dislocation des nodules lymphoïdes se manifeste au moment où les tubes séminifères commencent leur évolution vers la préspermatogenèse et présente son intensité maximum dans les

régions testiculaires où la préspermatogenèse est établie. On ne trouve plus alors des nodules, mais des amas lymphoïdes qui épousent la configuration des carrefours intertubulaires où ils sont contenus (fig. 6). Enfin ces amas eux-mêmes disparaissent complètement à un stade plus avancé, au stade où la spermatogenèse est établie ou presque complètement comme nous le verrons plus loin.

Les cellules lymphatiques contenues dans tous ces nodules présentent une signification semblable aux cellules lymphatiques de l'organe testiculaire fœtal. Elles *représentent une des réserves cellulaires les plus importantes pour l'édification de la troisième glande interstitielle, ou glande interstitielle définitive.* C'est en effet aux dépens, non seulement des cellules conjonctives intertubulaires, mais aussi aux dépens des globules blancs des traînées lymphoïdes que vont s'édifier les cellules interstitielles définitives.

d. Celles-ci font leur apparition quand la préspermatogenèse commence à s'établir ; aussi se différencient-elles tout d'abord dans les régions centrales de l'organe. Elles s'y trouvent déjà en assez grand nombre alors que les régions périphériques n'en renferment qu'une quantité très faible ou même n'en renferment pas encore. Cependant il faut remarquer que leur différenciation ne marche pas forcément de pair avec le développement spermatogénétique. On peut trouver d'assez volumineuses traînées de cellules interstitielles définitives entre des tubes séminifères qui sont au début de leur évolution spermatogénétique, tandis qu'on peut n'en pas rencontrer encore entre les tubes où la spermatogenèse est presque complètement établie. Mais cet état est transitoire et la nouvelle glande interstitielle fera bientôt son apparition dans tous les espaces intertubulaires et prendra un développement de plus en plus considérable.

La différenciation histologique des nouveaux éléments aux dépens des cellules conjonctives et aux dépens des globules blancs se réalise de la manière suivante. Les cellules conjonctives intertubulaires représentent des éléments très allongés munis d'un noyau ovalaire ou en forme de bâtonnet. Ce noyau s'arrondit progressivement et

augmente de dimensions. Le cytoplasme, qui figurait une mince lamelle, s'arrondit peu à peu et s'hypertrophie ; un petit élément cubique ou sphérique se constitue ainsi et représente une jeune cellule interstitielle définitive (fig. 12). Cette cellule continue longtemps encore à s'hypertrophier ; son cytoplasme se divise bientôt en deux zones, une zone interne où il constitue un amas condensé et une zone périphérique plus claire. Deux granules arrondis ou bâtonoïdes apparaissent très tôt dans l'amas cytoplasmique et au voisinage du noyau. Ils se colorent fortement par l'hématoxyline ferrique et sont entourés par une zone claire. Ce sont les centrioles. La zone périphérique est tout d'abord très mince et vacuolaire. Elle est limitée par la membrane de la cellule d'où partent de fines travées qui s'anastomosent entre elles et qui vont rejoindre la périphérie de la zone cytoplasmique condensée. Ces travées délimitent des vacuoles qui renferment un produit de sécrétion légèrement jaunâtre à l'état frais et qui demeure incolore après l'action de la plupart des réactifs. Ces cellules continuent à augmenter de volume très rapidement, et cette augmentation de volume porte aussi bien sur la zone interne endoplasmique que sur la zone externe vacuolaire. Toutefois cette augmentation dans les dimensions des cellules interstitielles définitives porte surtout sur cette dernière zone qui renferme des produits de sécrétion en quantité de plus en plus grande. Elles finissent par atteindre 30-45 μ de diamètre. Les jeunes amas de cellules interstitielles définitives nouvellement formées renferment des éléments qui se trouvent d'ordinaire aux différents stades de leur évolution. Ces cellules constituent souvent des îlots disposés autour ou dans le voisinage des vaisseaux sanguins ; très fréquemment aussi, elles sont agencées en longues files appliquées contre la paroi externe des tubes séminifères; ces files possèdent souvent la forme d'un croissant, les cellules centrales étant plus volumineuses que les cellules les plus externes qui se trouvent au début de leur différenciation.

Les processus qui caractérisent la transformation des globules blancs en cellules interstitielles sont comparables à ceux que nous

venons de signaler à propos des cellules conjonctives. On constate également une augmentation de volume du cytoplasme et du noyau qui prend une forme sphérique, une différenciation du cytoplasme en une zone périphérique vacuolaire et une zone centrale plus homogène qui renferme deux centrioles. Ces transformations des leucocytes en cellules interstitielles sont surtout accentuées dans le voisinage des régions antérieurement occupées par les nodules lymphoïdes. Elles commencent à se produire dans les zones centrales du testicule, et en particulier entre les tubes séminifères où la spermatogenèse s'établit ; elles se continuent ensuite de dedans en dehors.

b) Poulains de 13 et 15 mois. — Les testicules des Poulains de 13 à 15 mois sont beaucoup plus volumineux que les précédents. Leur poids atteint 100 à 150 grammes. Ils présentent une teinte blanc rosée au centre et une teinte encore légèrement brunâtre à la périphérie, surtout au niveau des deux extrémités supérieure et inférieure. Les tubes séminifères sont à un état de développement très variable suivant les régions. Ils sont volumineux, pelotonnés, très serrés les uns contre les autres dans la zone centrale de l'organe. La spermatogenèse s'y réalise activement, et l'on observe un grand nombre de divisions dans les spermatogonies et les spermatocytes. Plus en dehors, les tubes séminifères présentent également une vaste lumière et sont en préspermatogenèse : ils renferment des spermatogonies et des cellules de Sertoli, des spermatocytes de premier et de deuxième ordre ; on y constate même des spermatides et des spermatozoïdes de place en place. Dans une zone plus externe encore et dans certains lobes, les tubes séminifères sont toujours très volumineux, moins fortement reployés que les précédents ; ils sont au début de la préspermatogenèse ; on y trouve des cellules de Sertoli et des spermatogonies, quelquefois des spermatocytes en voie d'accroissement ; certains de ces tubes montrent encore des petites cellules germinatives non encore différenciées. Enfin, à la périphérie de l'organe, on observe des tubes séminaux qui se trouvent à l'état embryonnaire ; Ils ont un diamètre d'autant plus étroit qu'on observe de tubes plus

voisins de l'albuginée ; ils sont séparés les uns des autres par de vastes espaces conjonctifs.

On trouve dans ces organes des cellules interstitielles définitives et des cellules à granulations xanthochromes. Les premières ont augmenté de nombre dans des proportions relalivement considérables ; elles forment des traînées ou des amas encore peu volumineux entre les tubes séminifères en spermatogenèse ou en préspermatogenèse. Elles se différencient en grande abondance aux dépens des globules blancs et des cellules conjonctives. On en observe des amas souvent volumineux dans certains carrefours intertubulaires ; mais, d'autre part, des espaces assez étendus peuvent en être dépourvus totalement.

Il existe très peu de cellules xanthochromes dans ces régions centrales du testicule. On en trouve encore quelques-unes, le plus souvent isolées, quelquefois réunies en amas de deux ou trois ; elles présentent des dimensions restreintes et se trouvent, pour la plupart, en voie de dégénérescence. Ces cellules sont au contraire très abondantes dans les zones périphériques du testicule, entre les tubes séminifères embryonnaires. Elles y paraissent aussi nombreuses que dans les testicules des Poulains de 11 mois, mais la zone qu'elles occupent est beaucoup moins épaisse, et leur nombre va en décroissant de la périphérie vers le centre.

On constate enfin d'abondantes infiltrations lymphoïdes dans les espaces intertubulaires des régions centrales du testicule. Ces infiltrations sont plus étendues qu'au stade précédent. Certains tubes séminifères situés dans le voisinage de ces infiltrations lymphoïdes sont en pleine dégénérescence. Ce sont le plus souvent des tubes où la spermatogenèse s'était antérieurement établie. Leur épithélium séminal tombe en masse dans la lumière du tube et y dégénère ; la membrane propre disparaît par places et les globules blancs pénètrent dans la lumière du canalicule. La chromatine des cellules séminales dégénérées s'amasse en blocs irréguliers, volumineux et allongés ; elle se concrète en filaments homogènes, qui retiennent énergique-

ment les matières tinctoriales basiques, et qui sont mis en liberté dans les espaces intertubulaires après la disparition de la membrane propre. Ce processus se manifestera avec plus de fréquence dans les stades ultérieurs de l'évolution du testicule, et présentera son maximum d'intensité dans les organes des animaux adultes et âgés. Nous avons déjà signalé un phénomène semblable dans le testicule du Chat.

C. Testicule de Cheval de 22 et 25 mois. — Les testicules des animaux de 22 à 25 mois sont très volumineux; ils pèsent de 150 à 200 grammes et plus. La spermatogenèse existe dans la plus grande partie de l'organe. A la périphérie, on trouve cependant de vastes zones où les tubes séminifères sont en préspermatogenèse et aux extrémités supérieure et inférieure, il existe encore une zone étroite où les tubes séminaux ont conservé un diamètre restreint et une structure embryonnaire. Des coupes très vastes permettent de reconnaître de place en place des infiltrations lymphoïdes très étendues, mais moins abondantes et moins riches en cellules lymphatiques qu'aux stades précédents. Les cellules interstitielles définitives sont nombreuses entre les tubes séminaux en spermatogenèse. Elles ne constituent plus des traînées plus ou moins longues ou de petits amas périvasculaires, mais des cordons continus qui remplissent les espaces intertubulaires. Ces cellules sont peu nombreuses, cependant, dans les régions plus périphériques du testicule, là où les tubes séminaux se trouvent encore en préspermatogenèse ; elles manquent à peu près complètement entre les tubes séminifères à structure embryonnaire, où l'on constate l'existence d'abondantes cellules xanthochromes. Celles-ci ont presque totalement disparu dans les régions centrales du testicule.

IV. — *Testicule du Cheval adulte*

La spermatogenèse est établie dans toute l'étendue de l'organe chez le Cheval de 35 et de 36 mois; on trouve encore toutefois certains tubes en préspermatogenèse et même à l'état embryonnaire aux

extrémités supérieure et inférieure, dans la zone immédiatement sous-jacente à l'albuginée. La glande interstitielle définitive a acquis un développement considérable. Elle forme des traînées très épaisses qui séparent les uns des autres les canalicules séminifères (fig. 13). Ces cellules sont souvent disposées en rangées parallèles aux parois des tubes séminaux, lesquelles rangées sont séparées par des travées conjonctives minces et des vaisseaux sanguins. Cette glande est très volumineuse à cette période de l'évolution de l'organe et son abondance est au moins égale à celle de la glande homologue dans le testicule du Cochon. Les zones d'infiltration lymphoïde ont disparu ; nous n'en avons pas retrouvé trace dans les nombreuses coupes de testicules parvenus à cette période de leur évolution. Tous les globules blancs de ces formations se sont peu à peu transformés en cellules interstitielles.

Les cellules interstitielles définitives ont alors acquis tous leurs caractères définitifs et leur volume maximum. Elles présentent des dimensions considérables (30-50 μ). Elles sont constituées par un et quelquefois deux noyaux excentriques et par un corps cytoplasmique divisé en deux zones : une zone interne, homogène, et une zone externe, plus claire et moins homogène (fig. 14). La zone externe ou exoplasme est formée par de minces travées cytoplasmiques qui partent de la périphérie de la zone interne, s'anastomosent les unes avec les autres et se terminent contre la face interne de la membrane cellulaire. Elles délimitent ainsi des sortes de vacuoles claires occupées par les produits de sécrétion. Cette zone n'existe pas dans les éléments qui n'ont pas terminé leur cycle sécrétoire, c'est-à-dire qui se trouvent encore au stade de sécrétion proprement dite. La zone interne représente une masse cytoplasmique arrondie ou ovalaire ; le noyau est rejeté sur ses parties latérales. Elle est constituée par un cytoplasme très finement granuleux à la périphérie duquel le matériel de sécrétion est élaboré. Le centre de l'endoplasme est occupé par un amas arrondi de petits grains très serrés les uns contre les autres. Cette disposition des grains en amas con-

densé se rencontre surtout dans les cellules volumineuses. Ces grains sont au contraire dispersés en plusieurs points du territoire cellulaire dans les cellules moins volumineuses et en plein travail sécrétoire. Ils se colorent intensément par les matières tinctoriales basiques ; ils sont colorés en brun clair dans les cellules examinées à l'état frais ou dans les cellules fixées, mais non colorées. Ils représentent donc des grains d'une substance pigmentée et sont d'autant plus abondants que l'animal avance en âge. Remarquons qu'ils n'existaient pas dans les organes des animaux non encore parvenus à l'état adulte, c'est-à-dire dans les organes chez lesquels la spermatogenèse n'était pas encore uniformément établie. L'apparition de ces grains pigmentaires paraît donc caractériser les cellules interstitielles définitives de l'animal pubère (fig. 14). Quand on colore les coupes par l'hématoxyline ferrique et qu'on pousse fort loin l'action du liquide différenciateur, ces granules se décolorent complètement, tout en conservant la teinte qu'ils possèdent à l'état normal. On aperçoit alors souvent, parmi ces granules pigmentaires, deux granules juxtaposés, punctiformes ou bâtonoïdes, plus petits que les grains de pigment et qui conservent une teinte noire intense. Ils sont situés dans une sorte d'auréole claire située au sein de l'endoplasme ; ce sont deux centrioles.

V. — *Testicule du Cheval vieux*

Le testicule du Cheval vieux (20 ans), présente des modifications considérables dans l'état de sa glande séminale et de sa glande interstitielle. La spermatogenèse se produit avec une activité beaucoup moins grande que chez l'adulte. Les mitoses sont rares dans l'épithélium séminal, et les cellules constitutives de celui-ci montrent souvent des signes de dégénérescence. Un grand nombre de tubes séminifères sont en voie d'atrophie massive ; l'épithélium séminal dégénère en bloc et sa chromatine s'amasse en filaments homogènes et très colorables ; la membrane des tubes séminifères disparaît et les filaments chromatiques sont mis en liberté dans les

espaces intertubulaires, parmi les cellules interstitielles définitives. Ces atrophies massives des tubes séminaux se passent avec une grande intensité dans le testicule vieux et c'est à cette raison, entre autres, qu'il faut rapporter l'amoindrissement considérable du volume testiculaire pendant l'involution sénile de l'organisme.

La structure de la glande interstitielle se modifie profondément chez l'animal vieux. Pas plus que le testicule de l'adulte, elle ne renferme de cellules à grains xanthochromes. Les cellules interstitielles définitives sont toujours très nombreuses, mais elles ne constituent pas entre les tubes séminifères des traînées aussi épaisses que chez le jeune animal pubère. Chacune d'elles a considérablement diminué de volume. Elles mesurent en moyenne 12-20 μ. Cette diminution de volume porte surtout sur l'exoplasme qui n'existe pas chez la plupart d'entre elles et qui est très réduit chez les autres. Les vacuoles phériphériques sont alors de très faibles dimensions ; elles renferment donc peu de produits de sécrétion, ce qui indique un ralentissement considérable du travail sécrétoire. Les granulations pigmentaires sont au contraire très nombreuses et remplissent la presque totalité du corps cellulaire. Ces granulations sont fortement colorées en brun et ne retiennent plus, comme chez le jeune animal pubère, les couleurs basiques d'aniline. En somme, diminution considérable de volume, diminution de l'activité sécrétoire, fabrication active de pigment, tels sont les principaux signes histologiques qui caractérisent la glande interstitielle sénile du Cheval (fig. 15).

VI. — *Testicules ectopiques de Cheval*

Nous avons eu l'occasion d'étudier un certain nombre de testicules provenant d'animaux cryptorchides, âgés de 4 à 12 ans, et avons distingué dans ces organes deux variétés principales en nous plaçant au point de vue de leur structure. La première variété d'organes est représentée par des testicules demeurés très petits ; leur poids atteignait environ 5 à 10 grammes. L'examen histologique montre qu'ils présentent la structure du testicule des animaux jeunes. Ils sont

constitués par des tubes séminifères à lumière très étroite, tapissés par de grandes et de petites cellules germinatives. Ces tubes sont séparés les uns des autres par de vastes espaces conjonctifs dans lesquels on distingue un assez grand nombre de cellules interstitielles xanthochromes. Les cellules interstitielles définitives n'ont pas fait leur apparition dans ces organes pas plus que la préspermatogenèse.

La seconde variété d'organes ectopiques présente la structure que nous avons reconnue à la grande majorité des testicules ectopiques chez tous les animaux. Les tubes séminifères possèdent une large lumière et renferment seulement le syncytium Sertolien et quelques spermatogonies. Entre ces tubes on observe une glande interstitielle normalement développée ; elle est constituée par des cellules interstitielles définitives, en pleine activité sécrétoire, parmi lesquelles se trouvent encore, chez les plus jeunes de ces animaux pubères, quelques cellules xanthochromes.

RÉSUMÉ & CONCLUSIONS

I. Testicule et glande interstitielle du fœtus. — Chez les fœtus de Cheval, la glande interstitielle est extrêmement abondante et constitue la presque totalité de l'organe. Les tubes séminifères embryonnaires sont séparés par de très vastes espaces remplis de cellules interstitielles. Celles-ci constituent de volumineux éléments, de 30 à 50 μ de diamètre, avec un noyau excentrique, un protoplasme divisé en une zone interne ou endoplasme et une zone externe ou exoplasme. La première renferme un centrosome vrai avec enveloppe achromatique et deux corpuscules très ténus, centrioles en diplosome. Tout le territoire cytoplasmique est parcouru par un système de canalicules anastomosés en réseau qui correspondent au trophosponge intracellulaire de Holmgren.

Le nombre de ces cellules augmente dans des proportions considérables au cours de la vie fœtale. Cette augmentation se réalise dans le voisinage des vaisseaux sanguins et surtout dans la zone qui en-

toure chaque canalicule séminifère. Ce sont les *zones germinatives de la glande interstitielle fœtale*. Les nouvelles cellules interstitielles se forment à ce niveau aux dépens 1°) des cellules mésenchymateuses ; 2°) des globules blancs qui sortent des vaisseaux par diapédèse. On constate en outre, dans ces zones germinatives, une abondante multiplication cellulaire par voie amitosique et mitosique.

Les amitoses se produisent sur les globules blancs et les cellules conjonctives jeunes ; les divisions indirectes se manifestent seulement sur ces derniers éléments. Toutes ces cellules indifférentes se transforment ensuite en cellules interstitielles par modification progressive de leur noyau et de leur cytoplasma. Cette proliferation incessante des cellules interstitielles détermine une augmentation rapide du volume et du poids de l'organe. Aussi ces testicules fœtaux arrivent-ils à atteindre, vers l'âge de 6 mois 1/2 à 7 mois, le volume d'un petit œuf de poule et le poids de 25 à 40 grammes.

II. Testicules du Cheval impubère. Jusqu'à 9 et 10 mois, les testicules de Poulain sont moins volumineux et moins lourds que ceux des fœtus âgés. Ils pèsent environ 8 à 10 grammes. Ils se distinguent par les particularités de structure suivantes :

1°) La glande interstitielle fœtale a disparu, ce qui explique la diminution du poids de ces organes. On en constate les derniers vestiges dans les testicules de Poulain de 3 mois 1/2.

2°) Des cellules interstitielles absolument différentes des premières par leurs caractères morphologiques apparaissent dans les espaces conjonctifs intertubulaires. L'ensemble de ces cellules d'une nouvelle variété constitue une glande interstitielle particulière et caractéristique de l'état impubère du testicule. C'est la glande interstitielle jeune. Les cellules constitutives de cette glande sont infiniment moins nombreuses que les cellules interstitielles fœtales. Elles sont isolées ou amassées en petits îlots. Chacune d'elles est constituée par un cytoplasme bourré de granulations et par un ou plusieurs noyaux périphériques. Ces granulations sont formées d'une substance grasse spéciale, ou lipochrome, normalement colorée en jaune, et

qui brunit légèrement sous l'action de l'acide osmique. Nous les avons désignées sous le nom de *cellules à granulations xanthochromes* ou de *cellules interstitielles xanthochromes*.

3º Ces testicules jeunes se caractérisent encore par l'apparition dans certains espaces intercanaliculaires, surtout dans le voisinage du corps d'Highmore, de nombreux et volumineux *nodules lymphoïdes*. Nous n'avons pu saisir sur le fait les premiers stades de leur différenciation.

4º) Les tubes séminaux de ces organes conservent leur structure embryonnaire.

III. Testicules de Cheval pendant l'établissement de la spermatogenèse. (*Disparition de la glande interstitielle jeune et différenciation de la glande interstitielle définitive.*)

1º) La période pendant laquelle la spermatogenèse s'établit dans le testicule du Cheval est très étendue et présente une durée d'environ deux ans. Elle commence à l'âge de de 11 mois et se termine à peu près vers l'âge de 3 ans. La spermatogenèse fait son apparition au voisinage des extrémités des tubes séminifères ouvertes dans le *rete testis* et se propage de proche en proche vers leurs extrémités périphériques. Une coupe d'ensemble montre alors de dedans en dehors : une zone testiculaire centrale en spermatogenèse, une zone plus externe aux différents stades de la préspermatogenèse, une zone périphérique avec tubes séminaux à structure embryonnaire. Les régions supérieure et inférieure du testicule demeurent le plus longtemps à l'état embryonnaire.

2º) La glande interstitielle du testicule jeune disparaît peu à peu au cours de l'établissement de la spermatogenèse. Les cellules xanthochromes s'effacent tout d'abord dans les régions centrales du testicule ; cette disparition coïncide à peu près avec l'apparition de la spermatogenèse. Elles persistent en dernier lieu à la périphérie de l'organe et en particulier au niveau de ses extrémités. Quelques rares cellules interstitielles xanthochromes s'observent encore entre les tubes séminaux en pleine spermatogenèse.

3°) Les nodules lymphoïdes se disloquent et leurs éléments s'infiltrent dans les espaces intercanaliculaires ; les globules blancs constituent de vastes traînées qui partent de l'amas leucocytaire central et s'étendent fort loin de leur point d'origine. Cette infiltration lymphoïde est surtout accentuée dans les régions centrales du testicule. On ne constate plus aucune trace de ces amas leucocytaires quand la spermatogenèse s'est étendue à tout l'organe.

4°) La différenciation d'une nouvelle glande interstitielle, ou glande interstitielle définitive, marche de pair en général avec l'établissement progressif de la spermatogenèse. Ces nouvelles cellules interstitielles apparaissent tout d'abord au centre de l'organe ; elles se développent ensuite de dedans en dehors. Elles se différencient aux dépens 1°) des cellules conjonctives intertubulaires, en particulier des cellules conjonctives périvasculaires ; 2°) des globules blancs issus de la désintégration des nodules lymphoïdes. Ceux-ci représentent donc d'énormes réserves cellulaires destinées à assurer en grande partie la formation, à un moment donné, des innombrables cellules interstitielles du testicule mûr. Ces cellules interstitielles définitives constituent tout d'abord de petits îlots isolés dans les espaces intercanaliculaires, ou des traînées appliquées contre la face externe des canalicules séminaux. Elles augmentent peu à peu de nombre, pendant toute la période d'établissement de la spermatogenèse, c'est-à-dire du 11e au 36e mois environ. Cette nouvelle glande interstitielle présente tout son développement dans le testicule mûr, c'est-à-dire après la 3e année de la vie.

IV. — Testicules du cheval adulte. — La glande interstitielle définitive remplit tous les espaces intercanaliculaires. Elle constitue de larges travées très vascularisées. Les cellules interstitielles définitives représentent de volumineux éléments avec un noyau excentrique, et un cytoplasme constitué par un endoplasme et un exoplasme. Le premier renferme deux centrioles et un amas de granulations pigmentaires. Le second est bourré de produits de sécrétion. Les dimensions de ces éléments sont considérables et atteignent 30 à 50 μ.

V. — Testicules du Cheval agé. — Les testicules des animaux âgés se distinguent par les caractères suivants : 1°) la spermatogenèse est ralentie et même arrêtée dans un grand nombre de tubes séminifères et un certain nombre parmi ces derniers sont en voie d'atrophie totale et de disparition. 2°) La glande interstitielle a considérablement diminué de volume. Cette diminution de volume est due à l'atrophie des cellules interstitielles dont chacune est réduite au point de vue de ses dimensions. Elles mesurent environ de 15 à 20 μ de diamètre. L'exoplasme et les produits de sécrétion qu'il renferme ont presque complètement disparu. Le corps cellulaire est infiltré d'une masse de granulations pigmentaires.

VI. — Testicules de Chevaux cryptorchides. — Les testicules ectopiques de Cheval que nous avons examinés présentent deux types différents au point de vue de leur structure :

1°) Les uns sont caractérisés par leur faible volume et par l'état jeune de leurs glandes séminale et interstitielle. La première est constituée par des tubes séminifères à structure embryonnaire et la seconde par des cellules interstitielles xanthochromes.

2°) Les autres présentent un volume considérable, des tubes séminifères adultes et une glande interstitielle définitive. Les premiers renferment seulement leur syncytium sertolien ; la seconde est formée par des cellules interstitielles définitives en nombre aussi grand que dans les testicules normaux.

En résumé, il y a donc lieu de distinguer au cours de l'évolution testiculaire chez le Cheval, trois glandes interstitielles différentes et successives :

1°) Une glande interstitielle fœtale, extrêmement développée et qui disparaît vers la naissance ;

2°) Une glande interstitielle jeune, qui coïncide avec l'état impubère de l'animal. Elle est très peu développée et se trouve constituée par des cellules xanthochromes ;

3°) Une glande interstitielle définitive. Son apparition coïncide avec l'établissement de la spermatogenèse et de la puberté.

EXPLICATION DES PLANCHES

PLANCHE XII

Fig. 1. Coupe de testicule de fœtus de Cheval de 43 centimètres *t. s.* tubes séminifères avec petites et grandes cellules germinatives. Entre ces tubes on voit une glande interstitielle extrêmement développée formée d'une masse de cellules polyédriques appliquées les unes contre les autres. Des lumières vasculaires plus ou moins volumineuses s'observent de distance en distance parmi ces cellules interstitielles. Fixation par le liquide de Tellyesniczky, coloration par l'hématoxyline Delafield. × 150.

Fig. 2. Coupe de testicule de fœtus de Cheval de 43 centimètres *t. s.* tube séminifère avec petites cellules germinatives. Autour du tube séminifère et en dehors de sa membrane d'enveloppe, zone germinative de la glande interstitielle. On voit dans le voisinage de la membrane d'enveloppe des cellules conjonctives jeunes et non différenciées, formées d'un noyau volumineux et d'un corps protoplasmique très réduit. Ces cellules deviennent de plus en plus volumineuses de dedans en dehors. Ces cellules conjonctives jeunes se multiplient abondamment par voie mitosique. Les noyaux très colorés sont au début de la prophase nucléaire. Certaines de ces cellules se divisent également par division directe.
Fixation par le formol picro-acétique. Coloration par l'hématoxyline ferrique. ×1000.

Fig. 3. Même objet. Cellules interstitielles complètement développées. Le protoplasma renferme une aire claire, sphère attractive, avec deux corpuscules colorés (diplosome). Ce sont deux centrioles. La couche corticale de ces cellules renferme des granulations sécrétoires. Fixation par le formol picro-acétique. Coloration par l'hématoxyline ferrique. ×1000 [1].

PLANCHE XIII

Fig. 4. Coupe de testicule de Poulain de 4 mois. Tubes séminifères à structure embryonnaire avec grandes et petites cellules germinatives. Dans le tissu conjonctif intertubulaire on distingue un grand nombre de cellules interstitielles à granulations xanthochromes. Fixation par le formol à 20 0/0 Coloration par l'hématoxyline Delafield. ×200.

Fig. 5. Testicule de Poulain de 10 mois. Deux amas de cellules analogues à deux nodules lymphoïdes. En dehors, tubes séminifères et cellules interstitielles xanthochromes. Même fixation et même coloration. ×80.

Fig. 6. Testicule de Poulain de 25 mois. Tubes séminifères en préspermatogenèse. Entre ces tubes on trouve des amas de cellules interstitielles définitives appliquées contre la face externe des tubes séminifères, et des traînées de cellules à noyaux très serrés les uns contre les autres qui proviennent de la désintégration des nodules lymphoïdes. Fixation par le formol picro-acétique ; coloration par l'hématoxyline Delafield. ×400.

Fig. 7-8. Testicule de Poulain de 11 mois. Tubes séminifères à structure embryonnaire ; cellules interstitielles xanthochromes avec protoplasme granuleux et

[1] Les figures 2 et 3 ont été dessinées en bleu pour simplifier le travail du graveur.

noyaux rejetés à la périphérie. Fixation par le formol à 20 o/o. Coloration par l'hématoxyline Delafield (fig. 7 × 400 ; fig. 8 × 500).

Fig. 9. Cellules interstitielles xanthochromes du testicule de Poulain de 10 mois. Noyaux rejetés à la périphérie des cellules. Le cytoplasme est bourré de granulations colorées et de taille différente. La cellule la plus volumineuse est constituée par trois cellules fusionnées les unes avec les autres. Même fixation et même coloration. × 1000.

PLANCHE XIV.

Fig. 10. Testicule de Poulain de 11 mois. Les cellules interstitielles xanthochromes présentent une réaction noire-verdâtre après l'action combinée de l'acide osmique et du vert lumière. Un grand nombre de cellules conjonctives jeunes se trouvent entre les tubes séminifères. Fixation par le liquide de Flemming; coloration par la safranine et le vert lumière. × 250.

Fig. 11. Testicule de Poulain de 15 mois. Les tubes séminifères se sont considérablement dilatés. Ils commencent à montrer les premières transformations caractéristiques de la préspermatogenèse : un grand nombre de petites cellules cubiques se différencient contre la face interne des tubes séminifères ; ce sont des spermatogonies. Les espaces intertubulaires présentent encore quelques rares cellules xanthochromes. De nouvelles cellules interstitielles, cellules interstitielles definitives, apparaissent également dans ces espaces et se différencient aux depens des cellules conjonctives. Même fixation et même coloration. × 250.

Fig. 12. Testicule de Poulain de 11 mois. Espace intertubulaire avec début de la différenciation des cellules interstitielles définitives. On voit tous les stades de la différenciation de ces cellules aux dépens des cellules conjonctives. Quelques cellules à granulations xanthochromes existent encore parmi les précédentes. L'une d'entre elles (cellule supérieure) est en voie de disparition. Même fixation et même coloration. × 1000.

Fig. 13. Testicule de Cheval de 3 ans. Les tubes séminifères sont en spermatogenèse. Les espaces intertubulaires sont remplis par la glande interstitielle définitive. Même fixation et même coloration. × 200.

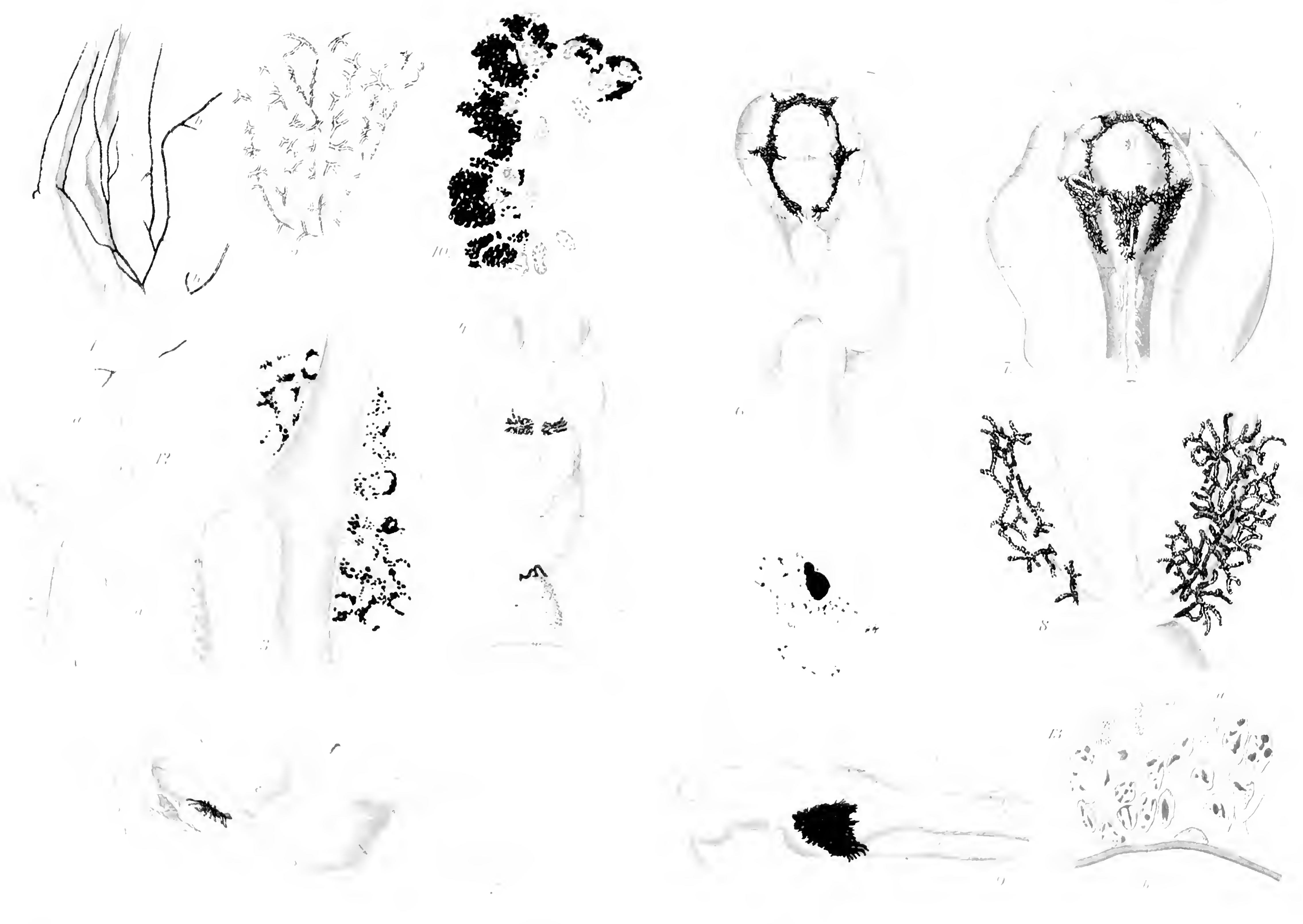
Fig. 14. Testicule de Cheval de 8 ans. Cellules interstitielles définitives. Leur protoplasme très abondant est partagé en une zone interne compacte (endoplasme) et une zone externe, vacuolaire (exoplasme). Les vacuoles de l'exoplasme renferment les produits de sécrétion, ici non colorés. L'endoplasme contient une masse de granulations rouges, qui se transformeront en granulations pigmentaires. Même fixation et même coloration. × 1000.

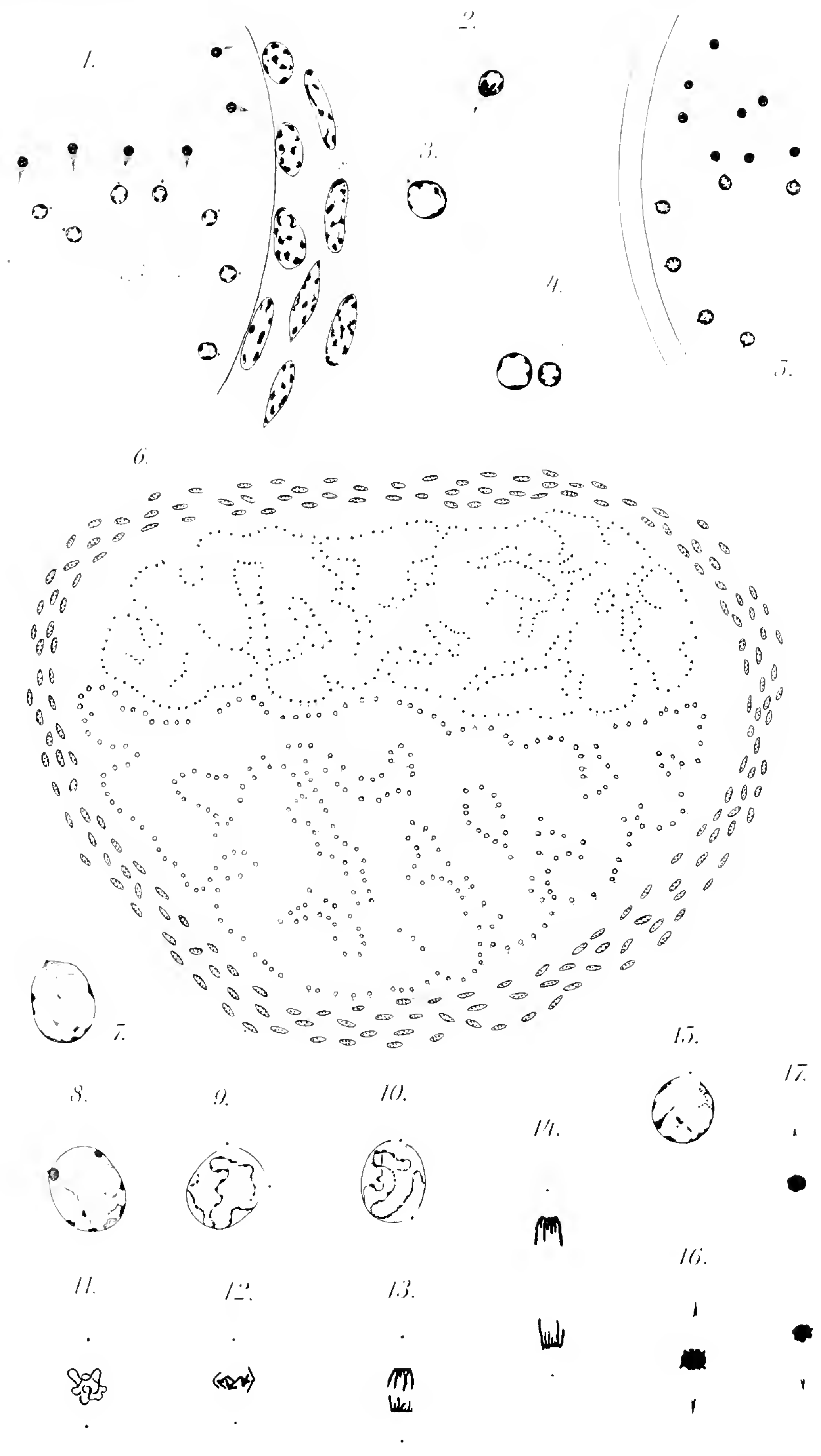
Fig. 15. Testicule de Cheval de 20 ans. Les cellules interstitielles ont considérablement diminué de volume. L'exoplasme et les vacuoles sécrétoires ont presque totalement disparu. Le cytoplasme est farci de granules pigmentaires. Même fixation et même coloration. × 1000.

INDEX ALPHABÉTIQUE DES MATIÈRES

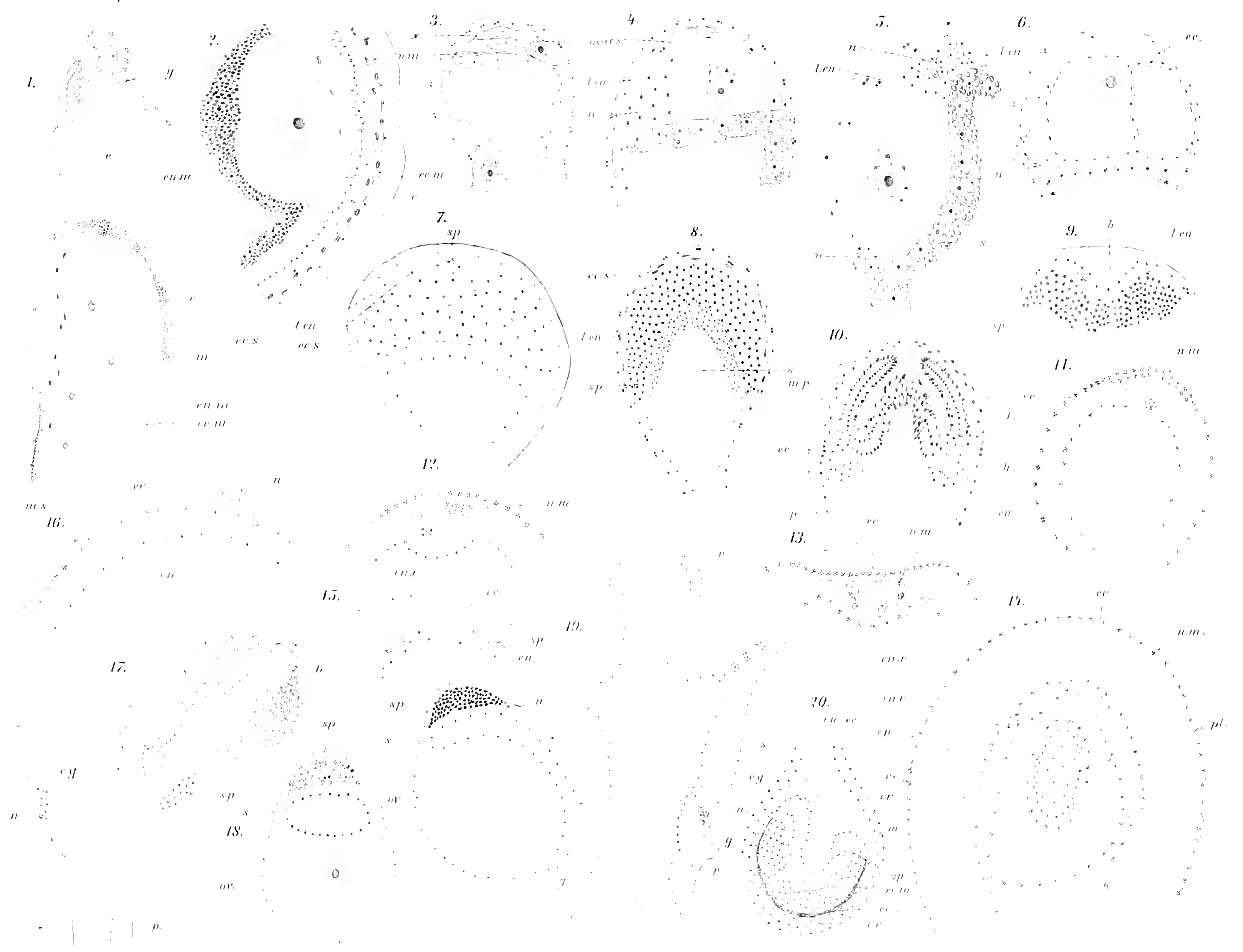
4e SÉRIE, TOME III

Versailles. — Société anonyme des Imprimeries Gérardin.

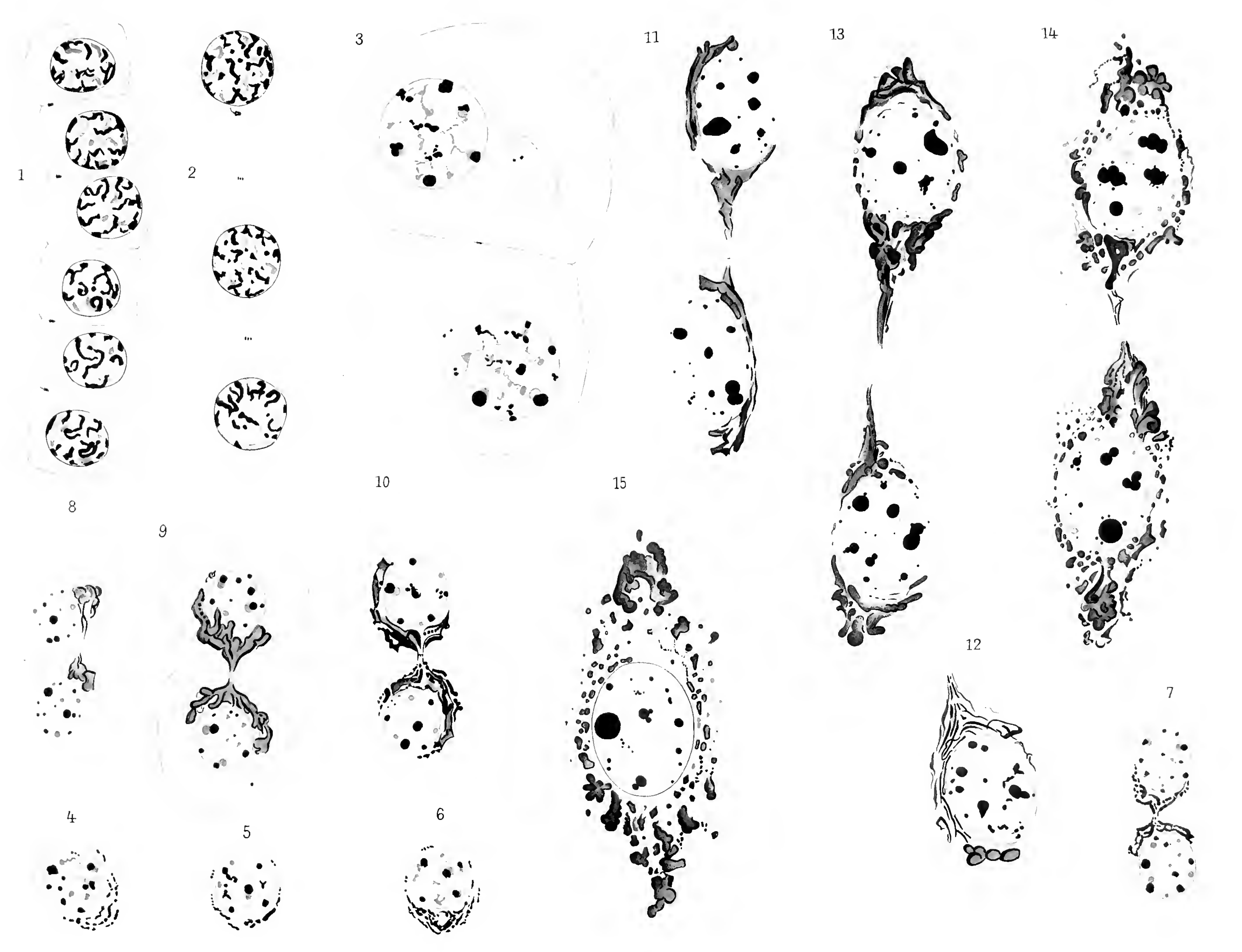

10
7
8
13



REPRODUCTION des GRÉGARINES MONOCYSTIDÉES.



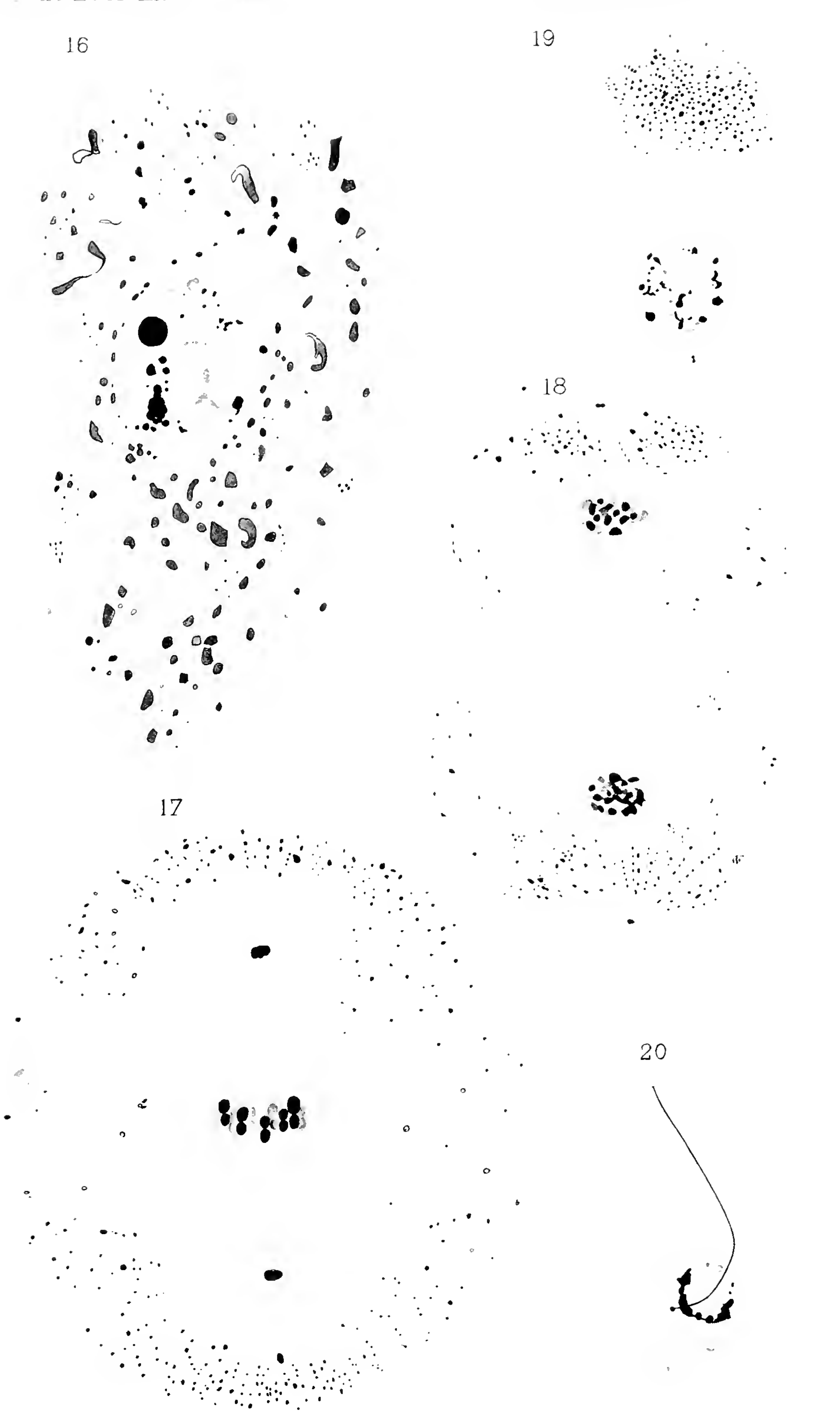
HYDRAIRES MÉDITERRANÉENS.



F. Bouin del.

Lith. Anst. v. E. A. Funke Leipzig

FORMATIONS ERGASTOPLASMIQUES DES CELLULES SÉMINALES CHEZ *Scolopendra*



P. Bouin del.

FORMATION ERGASTOPLASMIQUE DES CELLULES SÉMINALES CHEZ *Scolopendra*

3

1

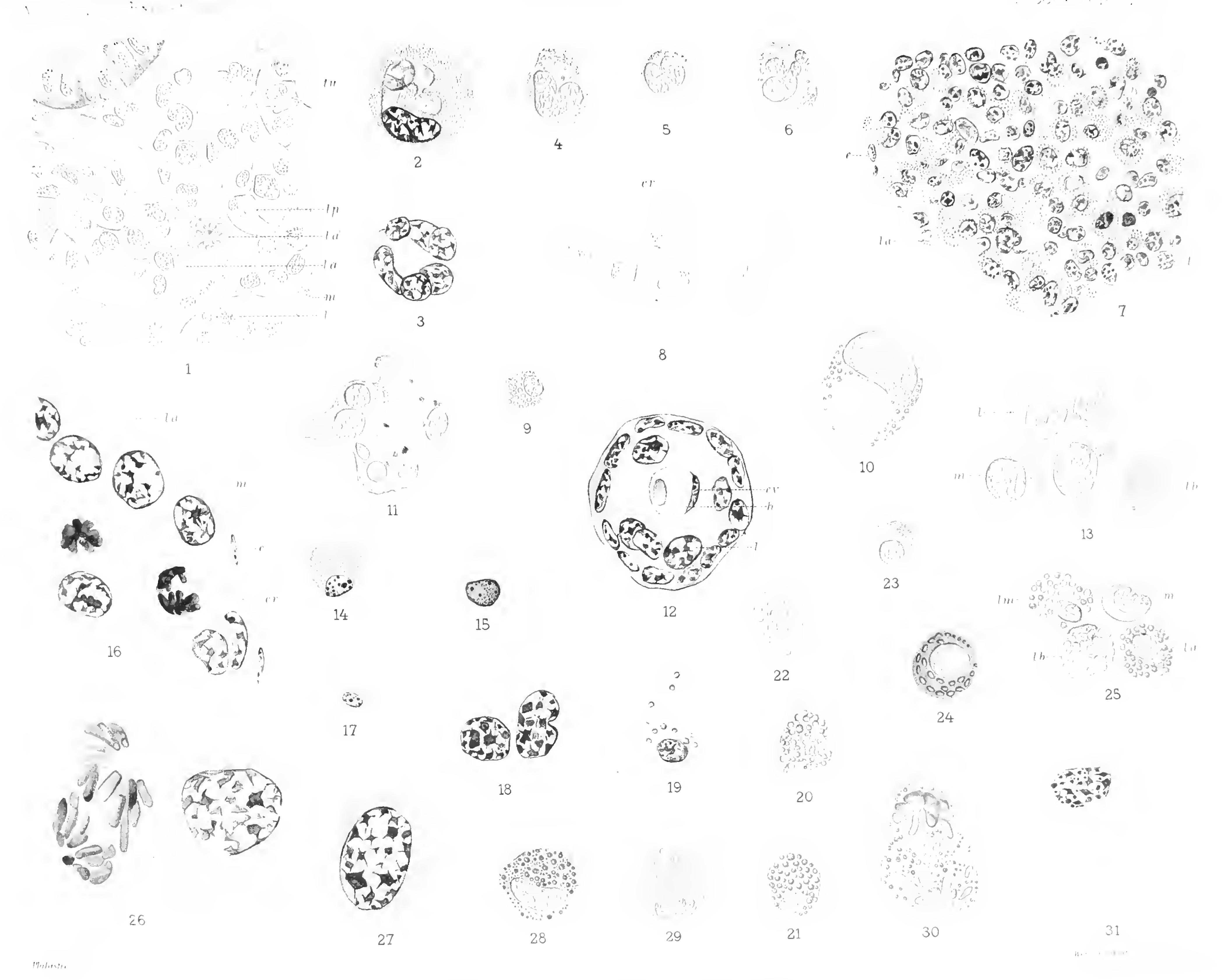
2

5

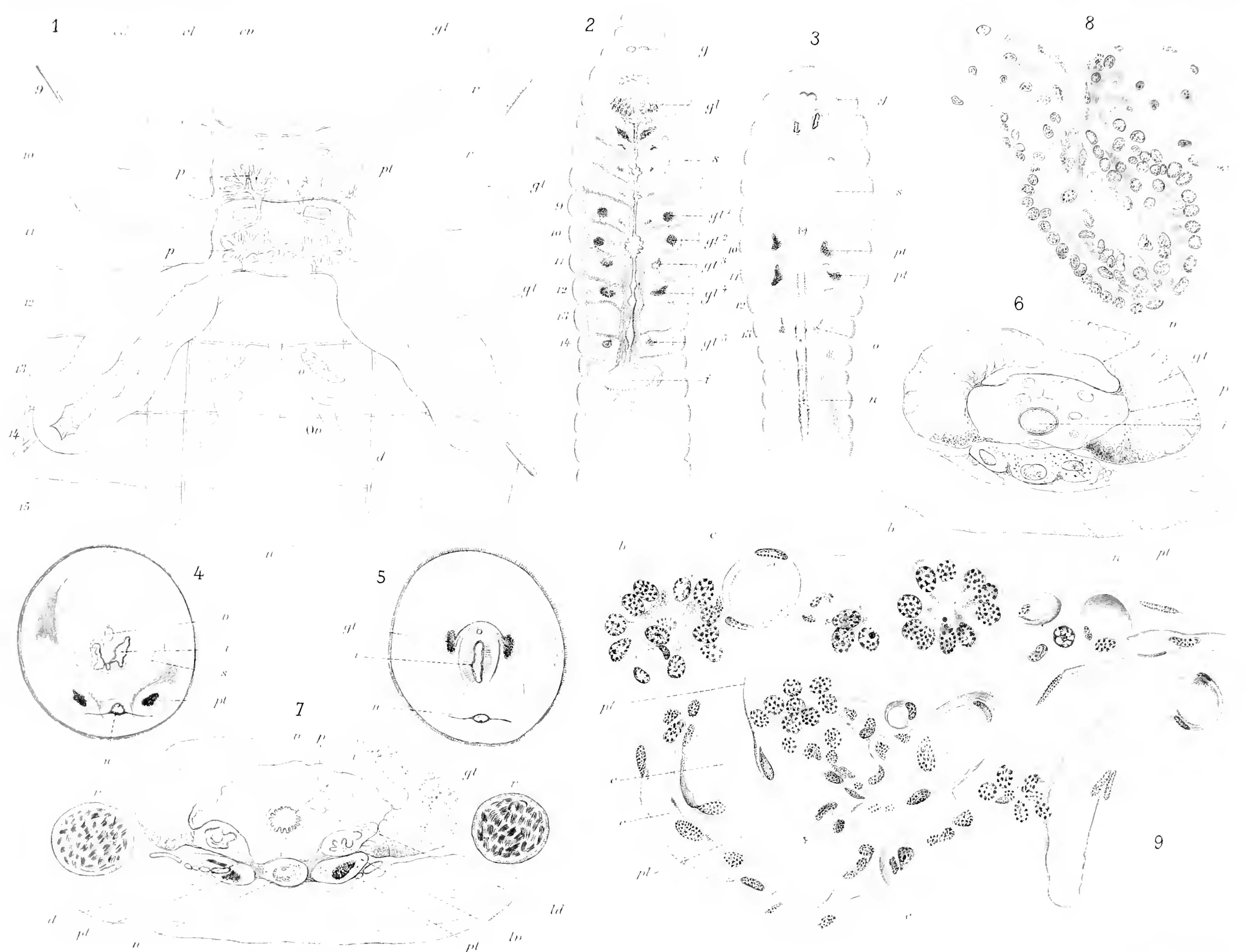
6

7

8

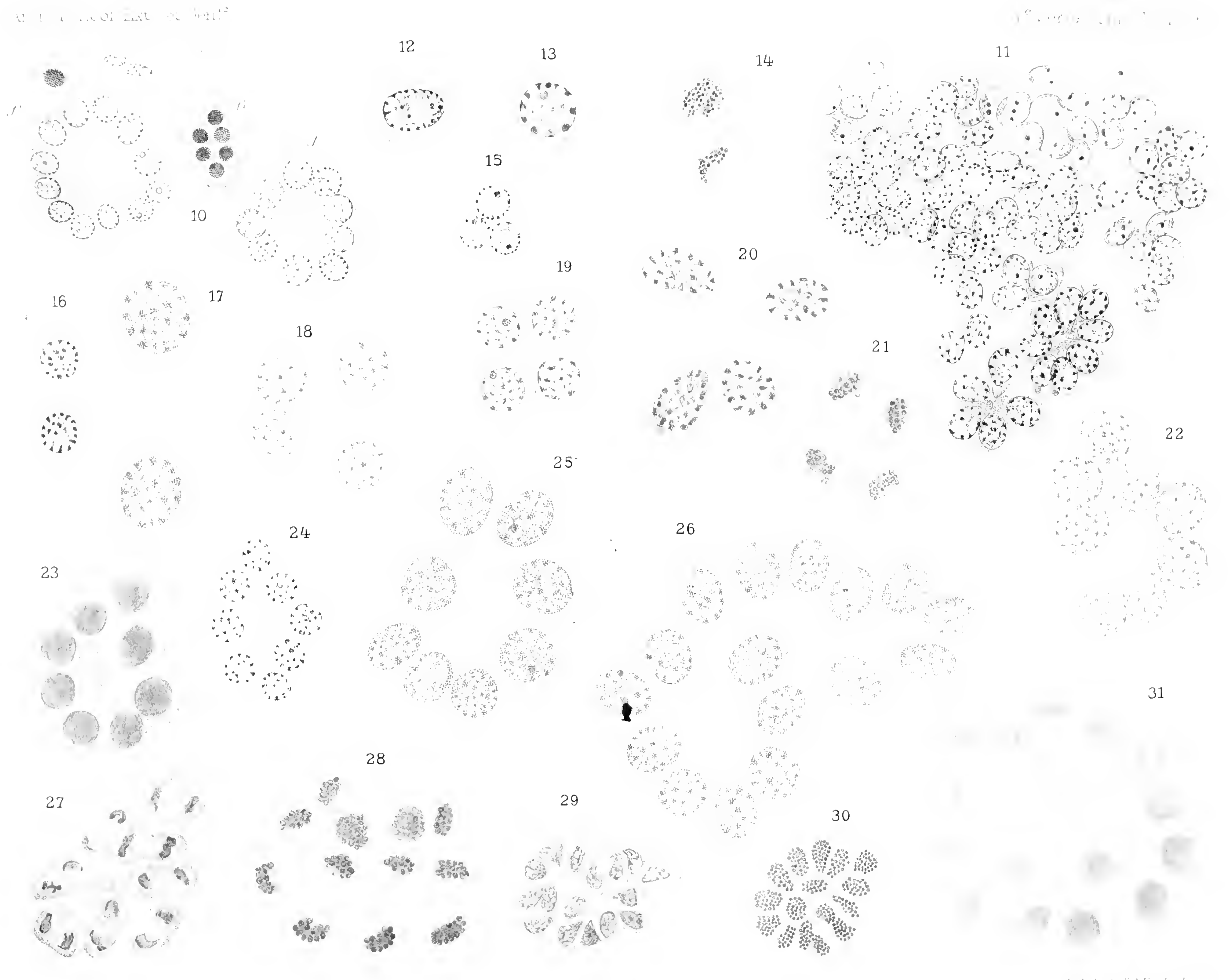


1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24
25
26
27
28
29
30
31



E Bugnion et N Popoff del.

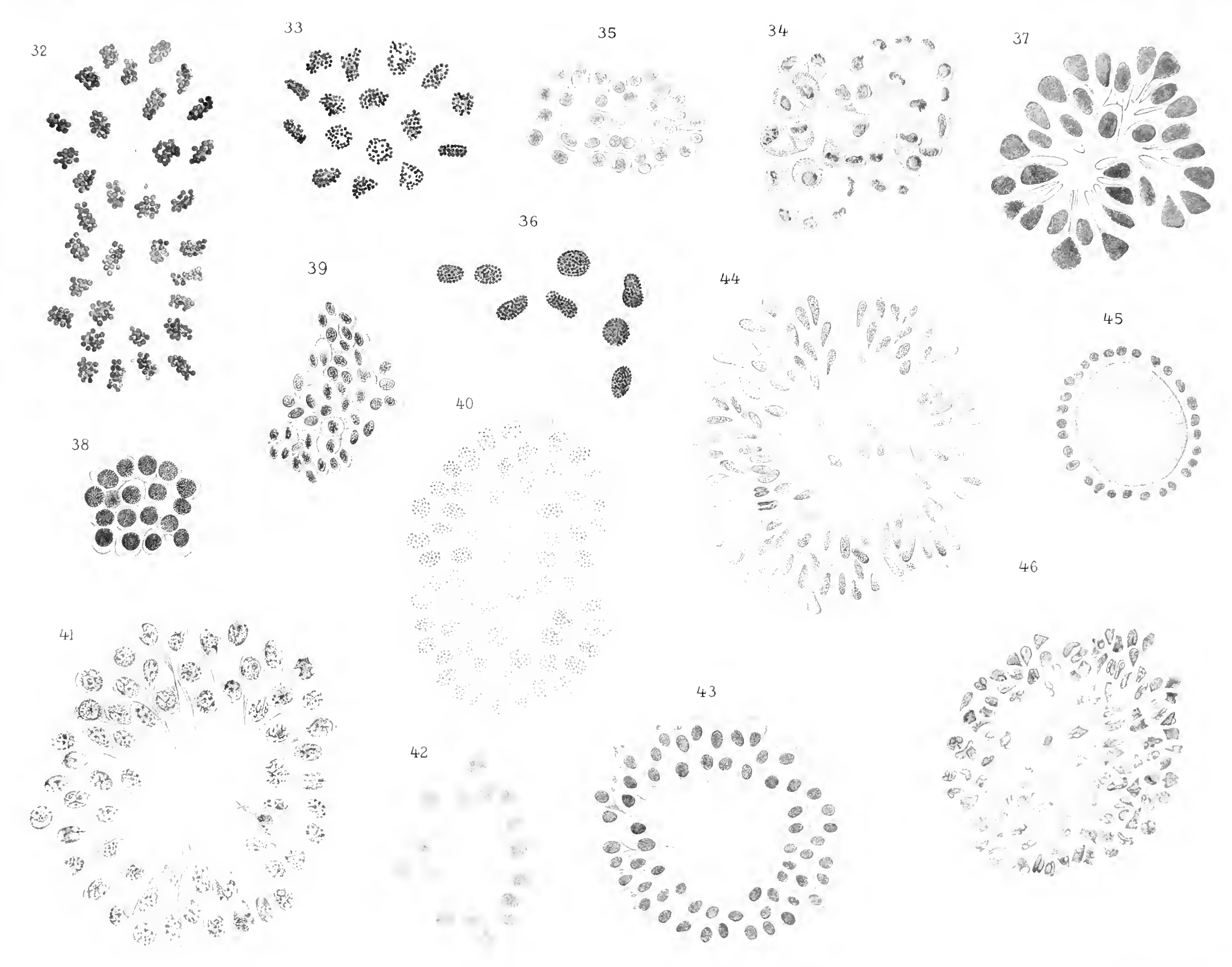
LA SPERMATOGÉNÈSE DU LOMBRIC



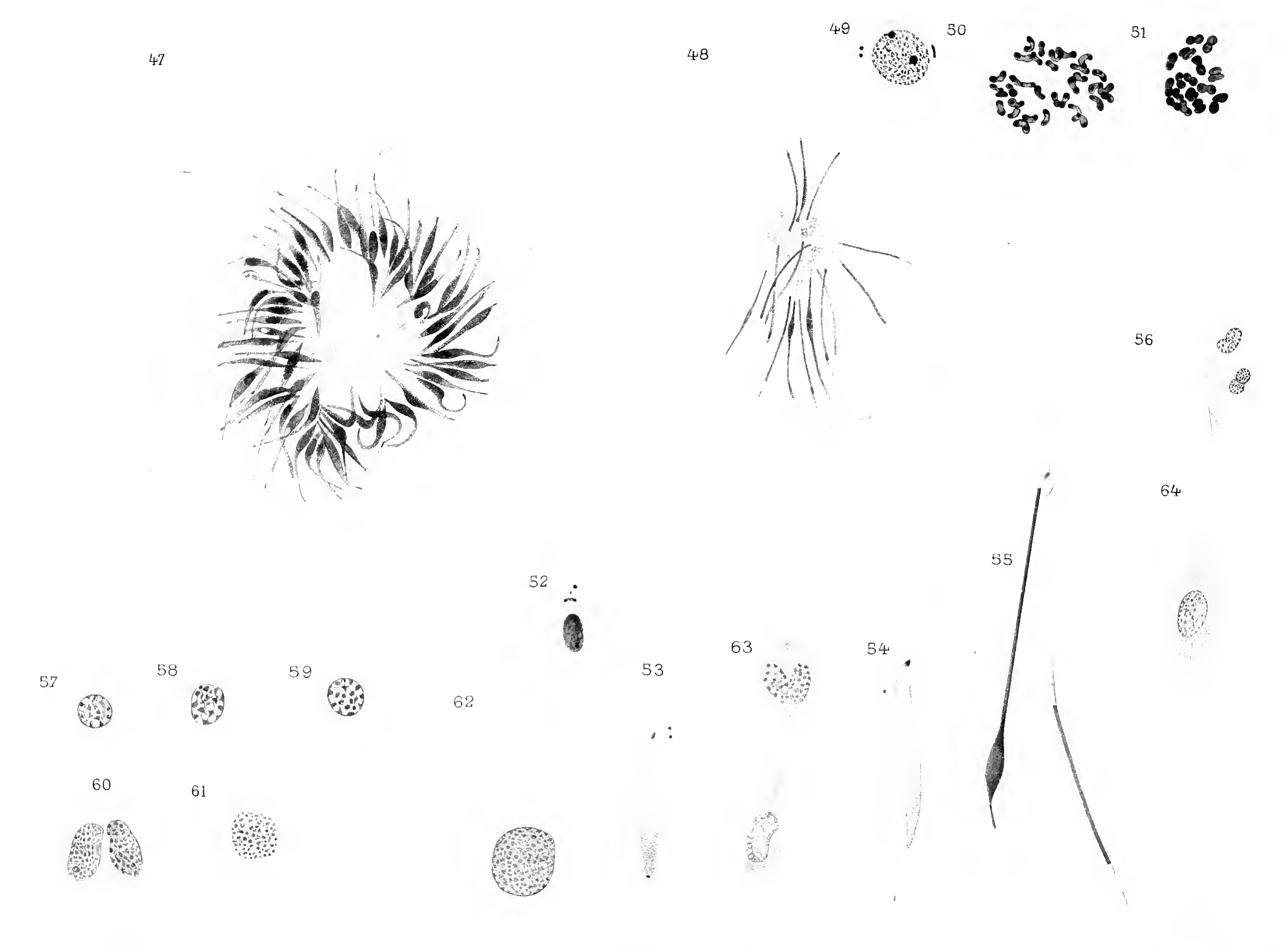
E. Bugnion et N. Popoff del.

Lith. Anst. v. E. A. Funke Leipzig

LA SPERMATOGENÈSE DU LOMBRIC



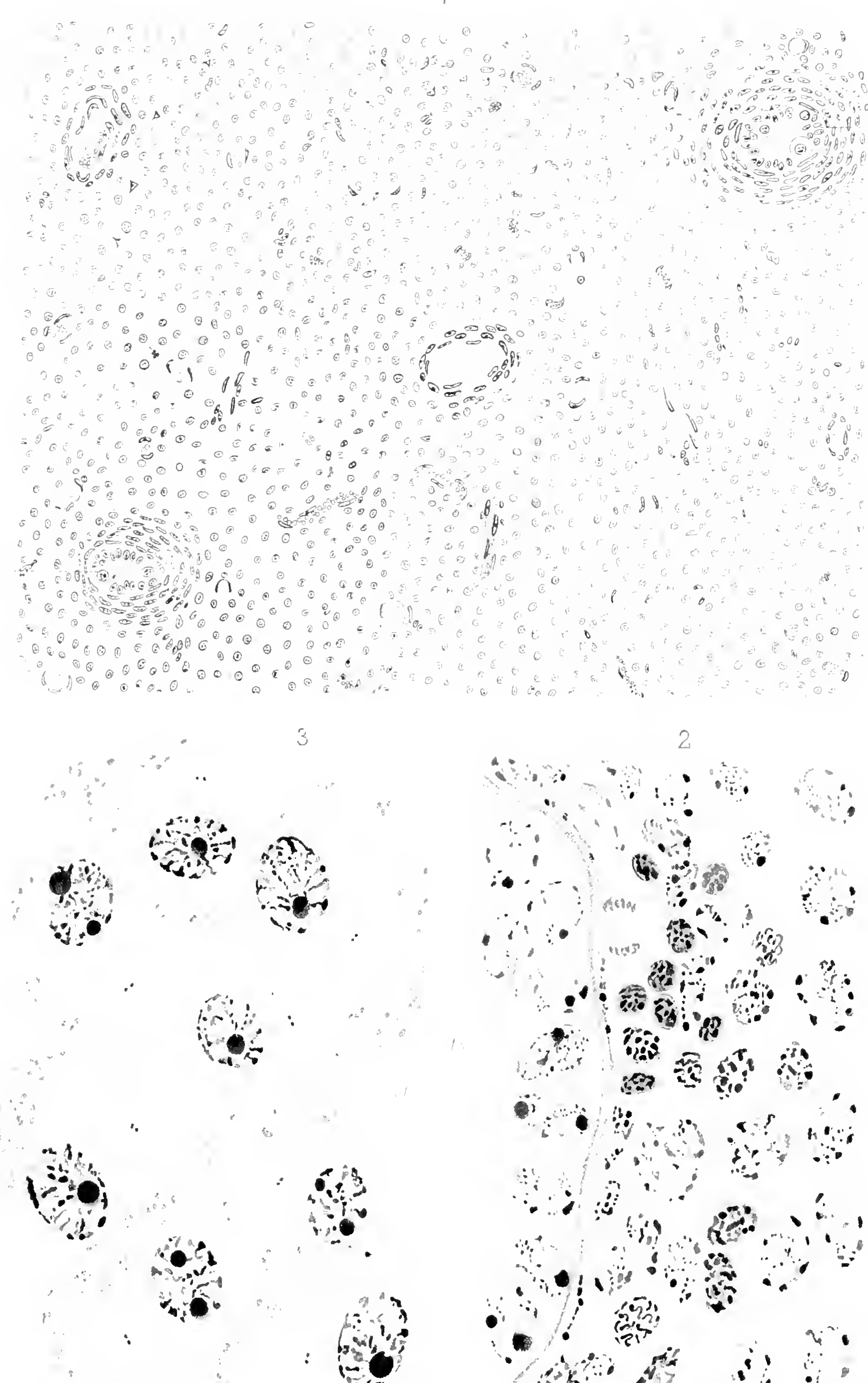
E Bugnion et N Popoff ad.

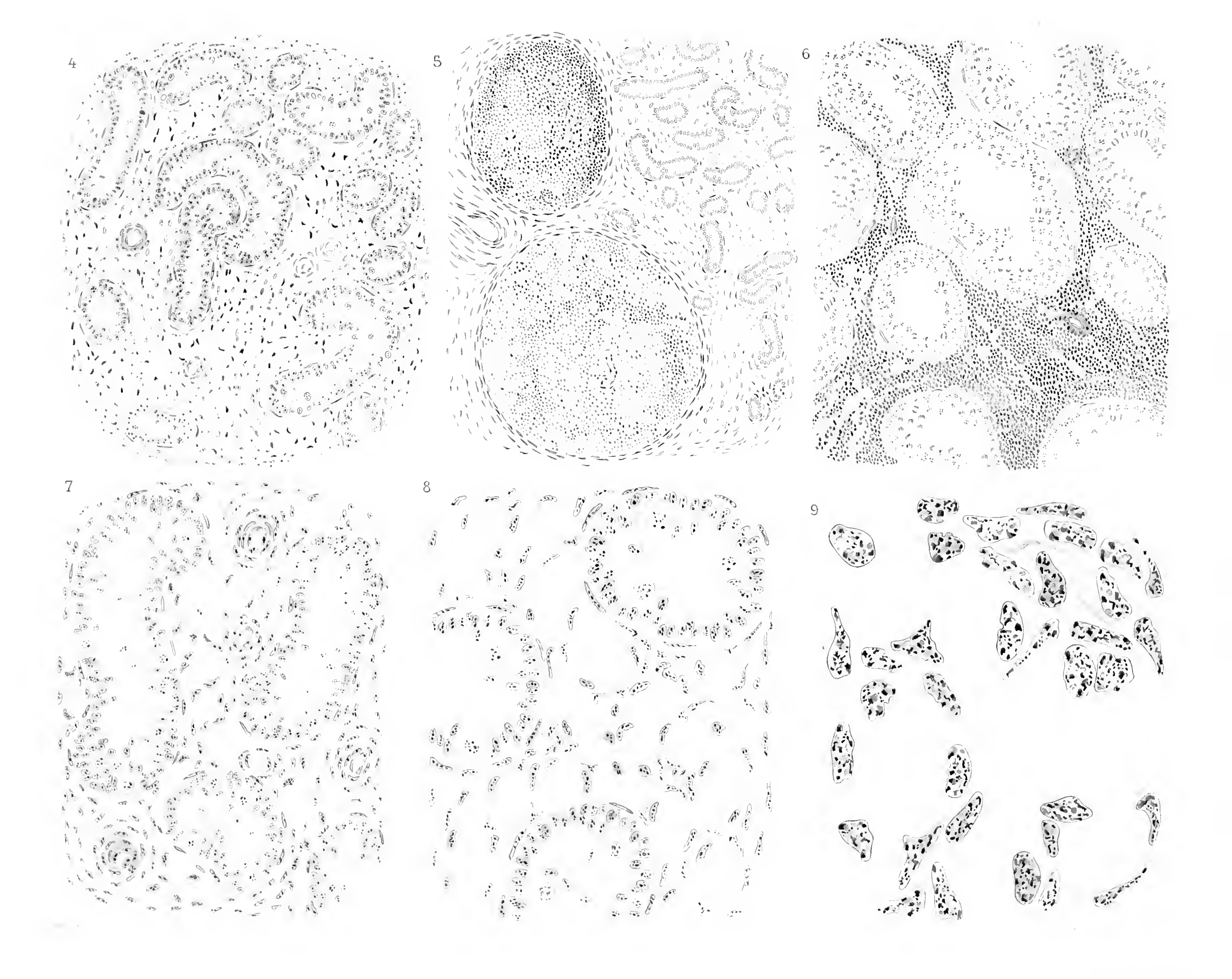


E. Bugnion et N. Popoff del.

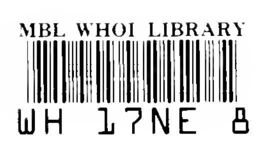
Lith. [illegible]

LA SPERMATOGÉNÈSE DU LOMBRIC


1
3
2


4
5
6
7
8
9




MBL WHOI LIBRARY
WH 17NE 8